República Oriental del Uruguay

ANALES

DE

LA UNIVERSIDAD

Entrega N.º 122

Administrador: MANUEL BABÍO

SUMARIO: «Apuntes para un curso de Meteorología», por LUIS MORANDI, profesor de Meteorología en la Facultad de Agronomía de Montevideo. — Contribución al estudio de la Geología y de la Paleontología de la República O. del Uruguay. Región de Colonia, por Augusto Teisseire. — Las plantas uruguayas de Ernesto Gibert. Nomenclator gibertianus, por Guillermo Herter.

AÑO 1928

MONTEVIDEO

IMPRENTA NACIONAL

1928

ANALES DE LA UNIVERSIDAD

AÑO XXXVII | MONTEVIDEO 1927 | ENTREGA N.º 122

APUNTES PARA UN CURSO DE METEOROLOGÍA

POR EL

PROFESOR LUIS MORANDI

PRÓLOGO

No deseo extenderme en una innecesaria presentación de la obra, bien modesta por cierto. En el lugar debido detallo el orden que he seguido para el desarrollo de la materia. La nómina bibliográfica indicará al lector las principales fuentes a que he acudido.

En mi exposición he procurado, hasta donde me fué posible, tener presentes las características de *nuestra meteorología*. Con tal propósito hice caudal de muchas observaciones practicadas en el país en épocas distintas y, sobre todo, de las obtenidas directamente por mí o bajo mi inmediata dirección, con iguales métodos y criterios, durante más de 35 años consagrados al estudio de las condiciones climatológicas del Uruguay.

Valga lo que valga, es ésta, probablemente, mi última contribución a la ciencia que durante tantos años cultivé con amor, lamentando que circunstancias amargas no me permitan cosechar con libertad en los resultados de tan larga jornada.

La publicación de estos *Apuntes* en los Anales de la Universidad, resuelta por el H. Consejo Superior, mientras me dispensa una honra que hoy como nunca estimo y agradezco,

dará facilidad a los alumnos para el estudio de la materia cuyo programa desarrollo, y ofrecerá a los interesados una síntesis de las condiciones fundamentales de nuestro clima.

Agosto 1926.

Luis Morandi.

LA METEOROLOGÍA EN EL URUGUAY DESDE LA EPOCA COLONIAL HASTA PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

La Meteorología en el Uruguay

desde la época colonial hasta principios del Siglo XX

(Conferencia dada en los salones del Instituto Nacional Físico-Climatológico por su Director, Luis Morandi).

Señores:

En la conferencia del jueves pasado nos ocupamos de los orígenes y evolución de la Meteorología desde las épocas más remotas de los consorcios humanos; asistimos al nacimiento de la meteorología científica desde el siglo XVII; a fines del siglo XVIII y en la primera mitad del siglo XIX vimos formalizarse su *primera etapa*: *la estadística meteorológica*, por medio de vastas organizaciones de redes climatológicas, con procedimientos bien definidos, con instrumentos, horarios, métodos y tendencias uniformes. Constatamos la iniciación de la *segunda etapa* en 1855, al fundar Le Verrier el 1.er Servicio Internacional europeo de Previsión del Tiempo a base de observaciones simultáneas, comunicadas telegráficamente a una oficina central encargada del pronóstico; servicio que, a poco andar, debía adquirir extraordinaria perfección y tomar un poderoso incremento extendiéndose a todos los países civilizados. *La tercera etapa*, la última en orden de tiempo, es la que corresponde a la aerología, que por nuevos y muy eficaces medios de observación, extiende el campo de estudio a las altas capas de la atmósfera.

Hoy nos corresponde, señores, reseñar el esfuerzo, más o menos fecundo, más o menos alentado por dirigentes y dirigidos, en favor de la ciencia meteorológica en la República

del Uruguay, llevando nuestras investigaciones poco más allá de los orígenes de nuestra nacionalidad, ya que es prácticamente inútil recorrer anales en busca de indicaciones concretas y, menos, de observaciones metódicas en la época colonial.

Aunque no sea mucho el provecho que de esta rápida excursión a través de anales pobres en iniciativas científicas de esta índole, más pobres todavía en resultados prácticos que resistan a una crítica científica, a hacerlo nos obliga, primero, un acto de justicia con los que a pesar del ambiente poco propicio, de la indiferencia pública, del escaso apoyo durante años y años recibido de parte de los que estaban en el deber de prestarlo generoso y sin reserva, recordando que *l'état doit voir dans la science un de ses elements de force et de prosperité,* como dijo en un célebre discurso el píncipe Alberto de Mónaco, o intentaron promover la explotación sistemática del clima, que llenara el vacío de nuestras estadísticas y pusiera los fundamentos de una explotación más racional del suelo y bases a la ciencia de la salud; o comprendiendo que todavía los tiempos no estaban maduros para iniciativas de esta índole, se consagraron aisladamente, *pioners* casi ignorados del progreso, a la observación de los fenómenos dentro de sus posibilidades y medios. A ellos, a ese manípulo de hombres de buena voluntad, casi diría olvidados a lo largo de una centuria; a ellos, los luchadores, los tesoneros, los valientes precursores de nuestra actual y próspera condición meteorológica; que, insistiendo hoy y mañana, guerreando incansables contra la ignorancia y la indiferencia, convencidos y tratando de convencer de la utilidad del estudio de la atmósfera, han hecho germinar al fin la buena semilla cuyos frutos nosotros empezamos a cosechar; a ellos, mi reverente saludo y aplauso: la nación uruguaya agradecida recuerda hoy su obra y sobre todo no olvida sus levantados propósitos.

En segundo lugar, a eso nos lleva la conveniencia de saber, una vez por .todas, aunque sea en forma suscinta y padeciendo lagunas inevitables en trabajos de esta naturaleza, qué se ha hecho al respecto, cómo se ha hecho, y cuáles elementos

pueden considerarse útiles de los que nos han dejado las iniciativas metereológicas públicas o privadas de una centuria.

Pocas e incompletas son las indicaciones que nos ofrece, en las descripciones de sus viajes, el español Félix Azara, coronel de ingenieros y miembro de la comisión de límites, que llega al Río de la Plata por el año 1778 y vuelve a España en 1804. Son generalidades sobre condiciones climatéricas que a nada concreto conducen, que no responden a observaciones levantadas con criterio científico; y aún así, escasas las que tengan especial referencia a nuestro clima.

El doctor José Manuel Pérez Castellanos, el ilustre fundador de la Biblioteca Nacional (1743 - 1814), en sus *Observaciones sobre Agricultura* (obra escrita poco antes de su fallecimiento y recién publicada en 1848), dedica también algunas referencias al clima y, sobre todo, a la condición de adaptabilidad de ciertos cultivos; pero, por desgracia, entiendo no se trata más que de generalidades no concretadas en cifras.

El doctor Dámaso Larrañaga fué hombre de alta inteligencia, naturalista docto y genial a quien el ambiente y la época no permitieron desplegar completamente las alas y alcanzar la altura a que sin duda le habrían llevado sus condiciones sobresalientes de observador y pensador.

Posee, inéditos todavía y actualmente incompletos por el abandono incomprensible e imperdonable en que han quedado durante tantos años sus manuscritos, nutridos diarios de anotaciones, que abarcan desde el 1.° de Enero de 1808 hasta 1823, y entre esas notas una serie de observaciones meteorológicas.

Repetidas veces, la primera hará cosa de unos veinte años, cuando los *siete* cajones de manuscritos de nuestro gran sabio, sus geniales elucubraciones y notas estaban apilados en la portería de una Facultad en Buenos Aires, sirviendo de sostén a los útiles de limpieza, intenté llegar hasta ellos, con el deseo de sacar de la sombra elementos valiosos para nuestros estudios, en momentos en que tal vez los originales estaban todavía completos. De ningún modo lo conseguí.

Recién hace un año pude tener en mis manos *los restos* de aquel tesoro y os confieso que recorrí esas páginas con profunda veneración, fijo el corazón y la mente en aquel hombre extraordinario, cuya inteligencia sólo era comparable con su virtud y patriotismo. Sufrí profunda desilusión; del largo período de observaciones mencionado por los historiadores, apenas encontré, y muy incompletas, las correspondientes a los años 1819 al 1823. Nada, en ningún lado, que detalle los aparatos empleados, las horas de observación, la índole de las instalaciones, ni si el autor sintetizó (como es muy probable) los datos barométricos y termométricos, y otros, en cuadros numéricos de los cuales, por lo demás, no queda rastro. En ninguna página tampoco de los originales en mi poder encuentro indicadas las precauciones que seguramente tomaría Larrañaga para asegurar la exactitud de los aparatos empleados y su contralor, si bien, por la descripción detallada de su ingenioso pluviómetro que más abajo reproduzco de la obra de don Mariano Berro, puede colegirse que esos detalles no debían faltar en los apuntes de su diario. Citaré un ejemplo del diario de observaciones y gastos de su quinta:

ENERO 4 DE 1820

Barómetro, 27.11.
Termómetro, 73°.
Higrómetro, 35. — Día claro.
El signo positivo del Higrómetro denota sequedad; el negativo humedad.

Se han acabado de enristrar las cebollas con cuatro negros y llegaron a 9.000 fuera de las vueltas que serán 10.000. Por la comida de los negros 4 rels.

El año anterior, el 23 de Agosto de 1819, había completado sus instalaciones meteorológicas con un pluviómetro, seguramente el primero (así opina también Mariano Berro) que funcionó en Montevideo; con esta particularidad de que, quizá en la imposibilidad de conseguir uno de fabricación estéticamente más esmerada, se lo fabricó en la forma y

dimensiones que él mismo detalla en los siguientes términos: "Hoy puse en ejercicio un pluviómetro para conocer la cantidad de lluvia, en el mirador de Berro: formado de un embudo de hoja de lata de un pie cuadrado de fondo y medio pie de alto inglés, que entra en una damajuana que contiene 7 ½ pulgadas de agua de dicho pie".

Esos datos y anotaciones en que cifraba yo, y con toda justicia, tantas esperanzas, por incompletos y por la absoluta ausencia de informes relativos a los instrumentos, instalación, etc., resultan de muy escasa utilidad para nosotros y esterilizados para la ciencia los esfuerzos de tantos años. Mi opinión es que los originales de Larrañaga no se han perdido ni se destruyeron: sencillamente, deben estar en Montevideo o en Buenos Aires, y sería obra muy patriótica el que mediante una propaganda y búsqueda insistente de todos, poniendo al servicio de nobles propósitos un espíritu de huroneamiento (permitidme la palabra) nunca mejor empleado y valiéndonos de amistades y relaciones, ayudáramos a repristinar en su integridad el patrimonio intelectual del ilustre patricio uruguayo. Entonces habría llegado el momento, por lo que nos corresponde, de sujetar a provechosa discusión sus observaciones y darles la debida publicidad.

Algunas noticias climatológicas se encuentran en las obras de Carlos Darwin, el sabio inglés que acompañó en calidad de naturalista a Fitzroy en el célebre viaje de la *Beagle* alrededor del mundo (1831 - 1836). En esa ocasión Darwin visitó nuestras costas y seguramente realizó algunas observaciones y recogió informes meteorológicos, sobre los que cifra sus vagas aseveraciones que basta con mencionar a título de crónica, sin que representen ningún valor positivo para un estudio documentado del clima.

Sin embargo no debemos dejar de recordar que a él se debe la primera y por demás temporaria y fugaz instalación de una casilla meteorológica en la Isla Gorriti, inocente empresa científica que por poco se convierte en un *casus belli* y que provocó un barullo endemoniado, pues se creyó que sus instaladores venían ni más ni menos que a tomar posesión de la Isla, y quizás del resto después. En ninguna pu-

blicación o memoria de la época, ni en las obras de Fitzroy, de Darwin y luego de Agassiz, donde colaboró, se encuentra rastro de las observaciones practicadas al amparo de la famosa casilla de Gorriti...

Probablemente la feliz iniciativa, que dada la índole de sus propulsores, habría podido ser de superiores resultados para nuestra ciencia, murió al nacer ahogada por exageradas suspicacias.

Por esa misma época, durante el gobierno de Rivera que caracterizan iniciativas progresistas, y la organización de obras y empresas fundamentales para una sociedad bien constituída, que al lado del amplio criterio del gobernante, hacen resaltar la benéfica influencia de consejeros y asesores de alta inteligencia, gran preparación y acendrado patriotismo — como sin duda lo fueron entre otros (para gloria y provecho del país) Vilardebó y Fermín Ferreyra; — por iniciativa de aquel mismo hombre de gobierno que, anticipándose a modernísimos criterios y contra el ambiente de la época, se animó a declarar públicamente deberse modificar los códigos criminales en el sentido de que la ebriedad se considerase no como causa atenuante sino agravante del crimen; en el mes de Octubre de 1834, es decir, cuatro años después de la creación del Consejo de Higiene con programa de labor que envidiarían hoy muchas instituciones similares, Rivera dicta una resolución encomendando a los doctores Vilardebó y Ferreyra, los dos grandes médicos de la época, la organización de servicios conducentes a la formación de tablas meteorológicas sobre *la temperatura dominante, las alteraciones que ella sufre en el transcurso del año, sus variaciones y accidentalidades, y si son o no ajustadas a las estaciones;* para todo lo cual se les proveería de los instrumentos necesarios. La época agitada que siguió a este decreto hace presumir que no se haya llevado a la práctica en ningún momento y que los instrumentos necesarios no hayan venido nunca al país.

Y llegamos a mediados del Siglo XIX, en momentos en que las instituciones climatológicas europeas alcanzaban un alto grado de organización y tomaban pie los nuevos méto-

dos de investigación en favor de la previsión del tiempo. De tales entusiasmos algo nos beneficiamos nosotros también, pues esa es la época a que se refieren las primeras observaciones meteorológicas de índole aislada, es verdad, pero merecedoras de ser tenidas en cierta cuenta y como primer eslabón de la cadena, desgraciadamente muchas veces interrumpida, de empresas similares. Me refiero a Martín De Moussy y al doctor Saurel.

De-Moussy practicó personalmente sus observaciones en Montevideo en el decenio 1834 a 1852 inclusive, con resultados que durante muchos años figuraron en primer término en los Anuarios de Estadística, y se refieren a la temperatura, presión atmosférica, viento, lluvia, estado del cielo y meteoros eléctricos.

Tanto por el largo período como por el carácter del observador, estos datos deberían servir de piedra millaria para los estudios de comparación; pero debemos confesar, para ser verídicos, que las observaciones de De-Moussy, pecan:

1.° Por la falta de indicaciones concretas relativas a los instrumentos, su instalación y contralor, como sucede con las del doctor Larrañaga.

En un diario de la época figura una lista de aparatos empleados, pero nada útil se deduce de ella que dé seguridades con respecto a sus buenas condiciones; ni conozco (y no pude averiguarlo en ninguna forma) la ubicación exacta del Observatorio, sus condiciones de instalación, combinación de horas, ni si los aparatos, — detalle importatísimo, — aún siendo de buena procedencia, se revisaban de tarde en tarde para la corrección de su error instrumental?

Y, 2.°, por no aparecer en ningún lado, que sepamos, las observaciones originales sino tan sólo algunos resultados generales comprendidos en un pequeño cuadro y que debemos aceptar *in verbo magistri*. De los registros originarios no hay trazas; y si algo queda en los diarios de la época donde De-Moussy publicaba a veces sus observaciones, se trata también de resúmenes y de observaciones cuya corrección deja mucho que desear, como sucede en cuestión de números en los apresuramientos imprentiles de las hojas diarias.

Que nuestras desconfianzas con respecto a las observaciones de De-Moussy tengan fundamentos razonables, lo demuestra: 1.° el hecho de que en sus observaciones no se encuentra ningún valor bajo cero, en un país donde en mis 32 años de observaciones que arrancan del año 1886, sólo por excepción figura un año sin mínimas térmicas bajo cero al abrigo. El contraste con las observaciones de De-Moussy es demasiado violento y no encuentra apoyo ni correlacción en otros fenómenos directamente vinculados con la temperatura.

2.° Que el mismo De-Moussy menciona frecuentes casos de helada (cuyo término medio anual es hoy de 13 casos) lo cual, como es claro, supone el descenso del termómetro bajo cero; y 3.°, que observaciones de esa época citadas por el doctor Saurel (1850) mencionan hasta un día con nieve en Montevideo, agregando en sus comentarios "*no ser raro el caso de que en Montevideo se formen delgadas capas de hielo en los estanques*". ¿Cómo se explicaría eso sin temperaturas bajo cero?

Procede pues, una de las tres siguientes suposiciones: O la transcripción de los informes (ausentes los originales) es incorrecta, o las instalaciones eran defectuosas, influenciando por tanto la buena marcha de los aparatos; o siendo buena la instalación y las observaciones, eran malos los termómetros empleados. De las demás instalaciones pueden temerse iguales deficiencias. ¿Qué procedería hacer con las observaciones de De-Moussy? En mi juicio, poner en juego todos los resortes para dar con los registros primitivos o con las comunicaciones que el autor seguramente no habrá dejado de hacer a instituciones científicas de su patria, donde talvez haya posibilidad de encontrarlas y utilizarlas. Aún habría tiempo para acudir a los informes locales de la época, referencias de contemporáneos, menciones en trabajos de índole científica, que podrían arrojar luz al respecto, contribuyendo a resolver el problema del empleo útil de una cantidad de datos importantes por la época en que fueron obtenidos, su duración y la persona de quien proceden.

El doctor Luis Julio Saurel, médico que dejara rastro

brillante de su breve paso por Montevideo, era originario de Montpellier (Francia) y permaneció en Montevideo durante dos años, desde 1849 a 1851, haciendo un buen acopio de observaciones personales y ajenas. En 1851 publica en Francia su "Essai d'une Climatologie Médicale de Montevideo", que yo descubrí en Córdoba, arrumbado entre deshechos de una biblioteca particular. La obra, que es rara, se divide en dos partes: en la primera se estudian las condiciones físicas del clima sobre la base de observaciones propias; la segunda comenta las modificaciones que experimentan las enfermedades por las influencias climatéricas, al mismo tiempo que se llama la atención sobre las más importantes por su frecuencia. El es quien haciendo referencia a una posible modificación del clima con relación a sus condiciones en la época colonial, sostiene que la temperatura parecía haberse modificado, suavizándose, al compararla con una época "muy poco alejada de la nuestra", dice Saurel. Pero son opiniones que carecen del fundamento numérico y de las que él mismo desconfía al insinuar que cuesta trabajo prestar entera fe a los cuentos de los ancianos. Y cita el caso de un invierno en 1798 o 1799, tan cruel y extremoso *que muchos centinelas fueron encontrados muertos en sus puestos y que durante una revista efectuada en la plaza Matriz dos militares cayeron sin conocimiento asfixiados por el frío excesivo.*

Todas las observaciones meteorológicas del doctor Saurel fueron hechas a bordo del *Brig Alcibiade* en la rada de Montevideo, aunque nada se dice de los aparatos empleados, combinación de horas de observación, etc. Pésimo sistema, por desgracia muy generalizado, que rebaja y, en ciertos casos, anula el valor de las observaciones.

Los datos de Saurel, (salvo el mencionado inconveniente), así como la forma de discutirlos son verdaderamente notables y la obra merecerá a su tiempo ser incorporada con provecho al patrimonio de la meteorología nacional, una vez que se puedan conseguir algunos informes relativos a las cuestiones que acabamos de mencionar.

Para dar una idea del carácter y forma de discusión em-

pleada por el doctor Saurel, entresacamos los dos párrafos siguientes. Dice Saurel: Durante el Verano la temperatura media del día es de 23°; la de la noche puede estimarse en 18°. En Invierno, el día tiene una temperatura media de 15°; la noche de 10°. Se encuentra pues una diferencia de *cinco* grados entre la temperatura del día y de la noche y 13° grados como diferencia total media entre la temperatura del Verano y del Invierno. Aquí saltan a la vista (continúa el doctor Saurel) los vicios del método numérico aplicado con exclusividad. No se debería perder de vista, en efecto, que las medias indicadas son *tout a fait* artificiales y que el carácter principal del clima de Montevideo consiste en cambios bruscos instantáneos de temperatura. Y más abajo agrega como corolario de esa conclusión: No es exagerado (yo sin embargo digo que lo es y mucho) el decir que en el mismo día se puede experimentar en Montevideo la influencia de las cuatro estaciones''.

A partir de esta fecha y salvo quizá las observaciones de un señor Mekemberg (1870?) de las que oí menciones sin haber tenido nunca ocasión de ver ni en detalle ni en resumen sus resultados, debemos remontarnos hasta 1875 para encontrar algo digno de nota. En esa fecha se inicia en Mercedes la importante serie de observaciones termométricas del doctor Serafín Rivas, continuadas hasta 1883 y que el conferenciante publicó *in extenso* en los boletines del Observatorio de Villa-Colón después de haberse asegurado de que eran merecedoras de ser tenidas en cuenta. Ignoro si el autor de las mismas que más tarde continuó su obra de inteligente investigador de las cosas atmosféricas en el Paraguay y llegó a publicar notas interesantes sobre las características de las tormentas de aquel país, realizó simultáneamente otras observaciones complementarias o si limitó su esfuerzo a la sola temperatura. Lo cierto es que si se han hecho, o no se han publicado o no han llegado a mi conocimiento a pesar de las relaciones epistolares que en otra época mantuve con su autor.

Siguen, por orden de tiempo, las observaciones practicadas por iniciativa de la Sociedad Ciencias y Artes, bajo la acción

entusiasta del Ingeniero Carlos Honoré y del doctor Mariano Soler; labor que desde el año 1881 hasta el año 1887, estuvo a cargo del señor Teniente de Navío Carlos Rossovich, a quien se debe otra serie practicada en la Escuela de Artes y Oficios.

Se peca en su publicación por el defecto más arriba señalado, dificultando el juicio crítico sobre el valor de las mismas. Sin embargo creo que, llegado el momento, el inconveniente sería fácilmente subsanable, tanto más que la competencia especial del observador hace creer en la bondad de las medidas tomadas para asegurar el éxito científico.

Por la misma fecha (1881) inicia Felipe A. Berardo observaciones metódicas en Nueva Palmira, cuya publicación se hizo en los Anales de la Oficina Meteorológica Argentina y que abarcan un período bastante largo.

Las siguen las del R. P. Guillermo H. Shimield, en el Salto, estación dotada por la Oficina Meteorológica Argentina, pero ignoramos si su labor fué prolongada y si respondió a exigencias científicas.

Conocemos la existencia (aunque sin detalles) de una serie de observaciones meteorológicas en la estancia de San Jorge, del señor Hall, en el Durazno, que abarca un decenio (1887 - 1897), aunque también ignoramos detalles de instalación y aparatos; y dos años de observaciones en Rocha, practicadas en 1887 y 1888, por el Señor J. H. Figueira, que, sin resultados, proyectó también un Servicio Pluviométrico mediante la cooperación de los maestros de escuela y bajo la vigilancia de los Inspectores.

Don Francisco Lanza, a cuya iniciativa mucho deben nuestros estudios, fundó en 1890 la Sociedad Meteorológica Uruguaya, con la cooperación pecuniaria de un grupo de hombres progresistas y bajo la dirección técnica del Sr. Antero Urioste, autor de memorias y eficaz propagandista. De un folleto publicado por Urioste resulta que en 1892, cuando empezó a funcionar el Servicio, la Sociedad contaba con cincuenta y siete estaciones pluviométricas y algunas climatológicas en el Interior.

El Archivo de esta Empresa Científica y patriótica pasó

íntegro al Instituto Nacional Físico Climatológico cuando de común acuerdo, sus elementos le fueron incorporados. El material de un cuatrienio, a pesar de que ofrece lagunas y no siempre presenta absolutas garantías de exactitud, es valioso y deberá también ser tenido en cuenta.

Debe mencionarse en igual sentido el que se llamó Observatorio del Puerto, sito en los altos de la antigua Universidad y que más tarde sirvió de base para la creación del Instituto para la Previsión del Tiempo, luego Instituto Meteorológico Nacional, a cargo del Sr. Agr. Hamlet Bazzano, que actuó con brillo y dedicación en aquella Oficina al lado del ingeniero José Serrato; así como la labor tesonera y valiosa del distinguido meteorologista uruguayo Alberto Gómez Ruano, fundador del Servicio Pluviométrico Nacional, también incorporado en 1905 al Instituto.

Y aquí corresponde volver sobre dos nombres bien colocados en la historia de nuestra intelectualidad, que la crónica meteorológica debe recordar con aplauso. El ingeniero Carlos Honoré, inteligencia muy nutrida, gran amigo y cultor de la ciencia que debía provocar en el año 1895 una viva polémica con su obra científicamente atrevida "*El Sol*" etc., cuyas hipótesis si no resultaron completamente fundadas, cuyas ideas si encontraron en los hechos resistencias y dificultades, revelan sin embargo al hombre de saber e investigador, contribuyendo eficazmente a interesar al público sobre los temas de física terrestre y cósmica y dando ocasión para trabajos valiosos sobre cuestiones meteorológicas. El doctor Mariano Soler, publicista y pensador bien conocido, que provocó una intensa campaña en pro de la meteorología nacional y autor de una notable Memoria - proyecto sobre la creación de un Servicio completo de Meteorología en el Uruguay: proyecto que desgraciamente tampoco llegó a hacerse carne.

En este rápido y seguramente incompleto desfile que acabo de hacer de cuántos con sus esfuerzos personales, en mayor o menor escala, contribuyeron al adelanto de nuestra meteorología, he dejado por último expresamente lo relativo

al Observatorio del Colegio Pío de Villa Colón, por la importancia indiscutible de su organización y de sus resultados que representando, en mi concepto, la serie más homogénea y completa del siglo pasado, merece también un detalle más amplio de su prolongada y diligente labor.

El Observatorio del Colegio Pío, dirigido desde 1886 hasta 1900 por el conferenciante y en cuya torre silenciosa y fría dejó la mejor parte de su juventud, se fundó en 1882 por el doctor Luis Lasagna, entonces director del Colegio, uno de los espíritus más sanos, más nobles y más verdaderamente liberales y abierto a toda iniciativa progresista que yo haya encontrado por los caminos de mi vida. A él, que me hizo hombre, cuyas ideas quizá no haya compartido en absoluto, pero que he amado y venerado, permitidme vaya desde el fondo de mi corazón agradecido mi recuerdo obsecuente.

El Observatorio del Colegio Pío, dotado de un buen plantel de aparatos directos y registradores para los elementos más importantes, funcionó con toda regularidad desde fines de 1882, y sus datos, convenientemente presentados y discutidos, aparecieron en sus Anuarios y en el Boletín mensual, durante muchos años palestra abierta a todos los cultores de la popular ciencia y tribuna de nobles polémicas, entre las que debo mencionar la relativa a la influencia lunar, que sostuvieron respectivamente en pro y en contra, el profesor Piaggio y el profesor Morandi, y la relativa a las ideas de dinámica solar y de su influencia sobre la atmósfera, entre el ingeniero Carlos Honoré y el señor Enrique Legrand.

Sus observaciones tienen el carácter valioso de la continuación sin lagunas por un largo período y con los mismos métodos, las mismas horas, los mismos procedimientos en la discusión y la misma prolijidad en su realización y corrección.

De esa institución salieron numerosas iniciativas de carácter científico, algunas de las cuales se relacionan directamente con la meteorología nacional y que no por pertenecerme, pueden olvidarse en esta crónica. Entre ellas la que dió motivo al informe presentado al primer Congreso Nacional de Agricultura (Abril de 1890) presidido por el incansable hombre de bien y hombre de ciencia que se llamó

Carlos María de Pena, sobre la organización de un Servicio Nacional de Climatología y Previsión del Tiempo que mereció la aprobación unánime y entusiasta de los congresales pero que, por múltiples circunstancias, no se llevó a la práctica; y el referente a la Carta Pluviométrica de Sud América (1892 - 1893), favorecida por el S. G. con la exensión de franqueo y que por dificultades de orden privado, fué necesario abandonar cuando prometía un éxito feliz de resultados prácticos y científicamente importantes.

El material de ese Observatorio ocupará, sin duda, un puesto prominente, en el libro de oro de nuestra meteorología, cuando tal libro pueda ordenarse y publicarse para provecho de cuantos necesitan compulsar fuentes seguras de informaciones climatológicas.

Llegamos al fin a la creación del Observatorio Municipal del Prado, fundado en 1900 por la Municipalidad de Montevideo y confiado al que tiene el honor de dirigiros la palabra. La idea de su fundación fué concebida por el señor Alberto Gómez Ruano y abandonada poco después de haberse iniciado los trabajos de reparación del viejo edificio que se le destinaba. En Junio de 1899 el Profesor Luis Morandi inició con éxito nuevas gestiones que dieron por resultado la instalación del Observatorio el 19 de Marzo de 1900. Su inauguración oficial se celebró en Marzo de 1901. En Marzo de 1905 el señor Ingeniero Alberto Capurro, Ministro de Fomento, encargó al señor Morandi un proyecto de nacionalización del Observatorio Municipal del Prado que el Gobierno elevó a la Asamblea el 1.° de Abril.

Numerosas modificaciones fueron hechas al proyecto que, en definitiva, provocó la creación de dos Oficinas paralelas pero independientes, de las que una fué el Instituto Nacional para la Previsión del Tiempo (más tarde llamado Instituto Meteorológico Nacional) que a cargo del Agrimensor Hamlet Bazzano, se ocupa especialmente del Servicio de Previsión y la determinación de la hora Oficial: y el *Instituto Nacional Físico Climatológico* a cargo del Profesor Luis Morandi, sobre la base del Observatorio Municipal del Prado. A partir de esa fecha el Observatorio entra en una era de

mayor prosperidad: se refuerzan sus materiales de investigación; créanse las secciones Seísmica y Aerológica y al aumentar su personal se crea el cargo de Vice - Director, confiado a mi buen compañero de trabajo Jerónimo Zolesi.

El Servicio Pluviométrico Nacional, fundado y dirigido hasta entonces por el señor Gómez Ruano, pasa al Instituto, siendo reorganizado y ampliado, lo que sucedió también con las estaciones, material científico y archivo de la Sección Meteorológica Uruguaya. Más tarde se completa nuestro Servicio Pluviométrico con estaciones especialmente destinadas al Servicio decádico de informes sobre la lluvia y el estado de los campos; y finalmente, no hace todavía dos años, por gestiones del doctor Muró, Ministro del Interior y el decidido apoyo del doctor Brum entonces Ministro de I. Pública, se dejó establecido el Servicio Pluvio - telegráfico diario, que vino a llenar una necesidad muy sentida.

Los que sin excesivo cansancio me hayan seguido en esta reseña, tema algo pesado por su naturaleza, pero que se imponía de necesidad como un acto de justicia y como elemento de inventario para saber a qué atenernos relativamente a las fuentes del tesoro meteorológico nacional, habrán visto que si éste no abunda, tampoco falta en absoluto en el transcurso de la pasada centuria; y eso sin abrigar yo las pretensiones de no haber cometido sensibles olvidos.

Ese material anda disperso, olvidado, no comentado ni discutido en gran parte, en viejas bibliotecas, en archivos, en diarios, libros y boletines, haciendo casi imposible su consulta; o siéndolo, dejando siempre las dudas referentes a su valor científico en cuyo juicio entran factores numerosos y variados, que sólo un detenido estudio, rebuscas y compulsaciones pacientes, podrían fijar una vez por todas, pasándolo por el tamiz de una crítica científica no excesiva pero severa, que permita ladear definitivamente lo inservible, lo que desvía de la verdad, lo que puede, al ser tomado en cuenta por personas ajenas a nuestros estudios, conducir a interpretaciones erróneas de los fenómenos meteorológicos y de los he-

chos de distinto orden que con ellos se relacionan y vinculan; y reuniendo en un cuerpo de doctrina con la publicación *in extenso* de la parte útil, de todas las observaciones bien documentadas, discutidas y compulsadas, que vendrían a constituir así la fuente única y completa de informes, con relación a nuestras fuentes climatológicas en el Siglo XIX.

No encuentro mejor forma para terminar esta conferencia, ni mejor tributo de agradecimiento a nuestros pioners de la ciencia de la atmósfera, que el hacer votos para que el Superior Gobierno, a quien mucho debe el Instituto, tome en cuenta este gran *desideratum* y disponga los medios conducentes a la preparación y publicación de memorias *in extenso* que podrán llamarse los ANALES DE LA METEOROLOGÍA URUGUAYA EN EL SIGLO XIX.

Luis Morandi.

INTRODUCCIÓN

SUMARIO. — (1) Concepto moderno de la Meteorología. — La obra de los Congresos. — El método estadístico y el estudio del detalle real. — (2) Como se divide este curso. — I. Física atmosférica y técnica meteorológica. — II. Climatología. — III. Previsión del tiempo. — IV. Algunos procedimientos aerológicos.

1. — *Concepto moderno de la meteorología.* La meteorología reforzada por los métodos de investigación de su nueva y fecunda rama, la Aerología, por la cual la exploración sistemática de la atmósfera se extiende hasta las altas capas, progresó notablemente en los últimos años, y sigue avanzando a grandes jornadas, ya en lo relativo al conocimiento de las causas de los fenómenos como en el concepto de su previsión y de la aplicación de los resultados obtenidos.

Hubo que rechazar o modificar a fondo hipótesis y criterios ya consagrados.

Los Congresos, sobre todo los internacionales, permitieron la sistematización de métodos comunes de investigación que, al eliminar procedimientos erróneos, defectuosos o difícilmente comparables entre sí, hicieron posibles las aproximaciones y comparaciones de datos.

Por otro lado, la experiencia individual, puesta al servicio de todos, contribuyó eficazmente a la selección del utilaje técnico; la mecánica científica llegó a crear y a ofrecer a precios casi populares, instrumentos adecuados para trabajos de índole seria; el empleo en mayor escala y según procedimientos más racionales de los aparatos registradores, que en manos muy hábiles adquirieron perfecciones desconocidas hace aún pocos lustros; una más amplia aplicación del cálculo a la investigación y discusión; el uso más prudente y lógico del método estadístico, que se procuró hermanar con el estudio del detalle en cada caso, para sorprender las modalidades reales del origen, desarrollo, efectos y vincu-

laciones recíprocas de los fenómenos; la convicción más generalizada de que todas las manifestaciones energéticas de la naturaleza, por diferentes y desproporcionadas que parezcan entre sí, se traban y compensan de tal manera que al realizarse el estudio de los fenómenos no cabe la posibilidad de aislarlos, diríamos así, de encasillarlos, pues al sufrir uno de ellos modificaciones, fuerza es que las sufran los demás en mayor o menor proporción, alterando las condiciones del ambiente; todas estas circunstancias, repetimos, afianzaron los cimientos de la meteorología, dieron mayor seguridad y firmeza a sus resultados y, venciendo las últimas oposiciones, le abrieron definitivamente el recinto de las ciencias, al que, a veces no sin razón, pretendieron algunos rehusarle la entrada.

En nuestro programa, al efectuar la revisión de la primera parte de los *Apuntes de Climatología,* escritos hace ya más de 10 años para el curso de Meteorología del Instituto Nacional de Agronomía, hoy flamante Facultad, fué menester tener en cuenta los recientes progresos, eliminando del programa o reduciendo exigencias de menor cuantía, ampliándolo en todo lo que se relacionara con la utilización práctica de las observaciones, agregando de lleno lo relativo a la Meteorología dinámica y Previsión del tiempo, que no figura en el texto anterior y, en fin, reemplazando por otros nuevos más completos y nutridos, los cuadros climatológicos locales.

Teniendo presente en todo momento que son nuestra climatología y nuestra dinámica atmosférica las que más nos interesan, y que son preferentemente las características de nuestros fenómenos las que más necesitamos conocer, utilicé según las circunstancias y de acuerdo con las escasas posibilidades a mi alcance para conseguirlos de las fuentes originales, los resultados obtenidos en los Observatorios del Colegio Pío de Villa Colón, y sobre todo en el Prado, Instituciones que tuve sucesivamente a mi cargo desde 1885 hasta 1922 y que absorbieron casi todas mis actividades con entusiasmo nunca decaído.

2. — Los *Apuntes* están divididos en cuatro partes:

I. — Física atmosférica y técnica meteorológica.
II. — Climatología.
III. — Previsión del tiempo.
IV. — Algunos procedimientos aerológicos.

En la *primera* parte se trata del origen, evolución y condiciones actuales de la atmósfera. Se hace un estudio general de sus principales fenómenos y de los instrumentos y métodos de observación.

En la *segunda* se consideran esos mismos fenómenos en cuanto tienen relación directa o indirecta con el hombre y con los seres orgánicos en general, procurando dejar bien definidas las características de nuestro clima. Ofrecen para el caso, material importante las observaciones del Instituto Nacional Físico Climatológico y de sus servicios.

La *tercera* trata de la Previsión del Tiempo. Se estudian primero los movimientos de la atmósfera y sus leyes, dando cabida a los resultados de las recientes investigaciones aerológicas. Luego se examina el estado actual del problema de la previsión y las bases científicas de los métodos empleados.

Un capítulo de esta tercera parte se dedica a la Previsión a corto plazo, tal como sólo será posible por algún tiempo en muchos de nuestros establecimientos de campo, a los que o no llegan o llegan con retardo las cartas del tiempo, formadas sobre las observaciones simultáneas de muchas estaciones y centralizadas telegráficamente.

Se utilizará con ese objeto el fruto de la experiencia, las enseñanzas que fluyen del estudio de los fenómenos durante un largo período, la significación de sus variaciones suponiendo que el interesado disponga por lo menos de una veleta, un termómetro y un barómetro, y partiendo del principio fundado en la práctica de que *a menudo iguales o parecidas condiciones atmosféricas constatadas en un lugar, traen iguales o parecidos cambios en el tiempo.* Sé muy bien que no es éste un procedimiento rigurosamente científico: pero no se me negará que tampoco pueda llamárselo en absoluto empírico, desde el momento que la naturaleza, en todos sus fenómenos tiene hábitos y límites pocas veces franqueados. Después de todo, algo es algo, donde las circunstancias impedirían obtener lo mejor.

La *Parte cuarta* se dedica al examen de algunos procedimientos aerológicos, deteniéndonos con especialidad en la técnica, cálculo y resultados de los lanzamientos de globos pilotos.

PARTE PRIMERA

Física atmosférica y técnica meteorológica

CAPITULO I

Altura y composición de la atmósfera

SUMARIO. — 3. Qué es la atmósfera. — La atmósfera en las épocas geológicas. — 4. Su altura. — 5. Composición. — Gases de proporciones permanentes en la baja atmósfera. — Gases de proporciones variables. — Impurezas atmosféricas. — 6. ¿La composición es permanente con la altura? — Elementos constitutivos y proporción a 20, 50, 80 (altura crítica) y 100 km. — Predominio casi absoluto del hidrógeno, del helium y del geo-coronium a las grandes alturas. — 7. División de la atmósfera. — *Tropo-Esfera.*—Zona de perturbaciones; Zona de los cirrus y de las corrientes de retorno. — *Estrato esfera.* — Zonas del hidrógeno, helio y geocoronio.

3. — *Qué es la atmósfera.* La atmósfera es una *mezcla* de gases de densidades y características diferentes, a los que debemos añadir, para las capas inferiores, el vapor de agua y las impurezas orgánicas e inorgánicas que contiene en suspensión.

La atmósfera rodea y envuelve la tierra en toda su extensión, la acompaña en su rotación diurna, es el campo donde se producen y actúan los fenómenos meteorológicos y es condición imprescindible para la vida orgánica.

En la actualidad su composición puede considerarse prácticamente fija. Podría afectarla la acción de la fuerza centrífuga, dispersando al espacio sus moléculas; pero por lo menos en una gran parte de su espesor, esa fuerza se contrarresta por la gravedad que la retiene vinculada a la tierra. Tampoco puede escaparse al espacio en virtud de las velocidades moleculares de los gases componentes, pues para

ello sería menester una velocidad inicial de casi 12.000 mts. por segundo, y la velocidad de la molécula de hidrógeno, el gas más expansible de los conocidos, apenas es de m. 1844; con mayor razón serán retenidos el oxígeno y el ázoe cuyas velocidades moleculares no exceden de mt. 461 y 492 respectivamente. En cuanto a la absorción o emisión de oxígeno y ácido carbónico en las distintas manifestaciones de la vida orgánica y en las acciones geológicas, sobre todo en las volcánicas, parece demostrado que hay compensación entre ellas. salvándose así de hecho la integridad de la mezcla.

Pero si en su composición (por lo que se refiere a las capas inferiores) no se han constatado variaciones sensibles desde que la ciencia abordó su estudio, debió sufrir profundos cambios a partir de las lejanas épocas geológicas antes de alcanzar su estado actual. La proporción de oxígeno seguramente excedía de la actual en ocho o diez veces, combinado al ázoe bajo la forma de ácido nítrico o nitroso. Ese exceso fué invertido en la oxidación de las substancias metálicas que hoy encontramos convertidas en cal, aluminio óxido de hierro, de manganeso, etc.

En esas condiciones debió encontrarse el ácido carbónico durante el período que siguió a las gigantescas precipitaciones: su absorción en proporciones enormes nos la explica la vegetación exhuberante de las épocas primitivas y la formación de rocas sedimentarias que depurando la atmósfera, hicieron posible la vida animal.

4. — *Altura de la atmósfera*. Según toda probabilidad. la envoltura aérea llega a confundirse con el medio interplanetario. Si nos atenemos al hecho de que el aire se mantiene adherido a la superficie terrestre por la fuerza de atracción o gravedad, mientras que por la fuerza centrífuga tiende constantemente a alejarse de ella; si tenemos en cuenta que la primera de esas fuerzas obra en razón inversa del cuadrado de las distancias, mientras la segunda es proporcional a esas distancias, se podrá determinar matemáticamente el punto de equilibrio de las dos fuerzas, lo que equivaldrá a determinar la altura teórica máxima de la atmósfera. Esa altura sería igual a 36.000 kilómetros.

En la práctica, observaciones directas e indirectas nos prueban que su límite superior de densidad apreciable no ha de exceder pocos centenares de kilómetros.

La mitad de la atmósfera ocupa una altura de 5 y ½ kilómetros. El barómetro señala a esa altura una presión de mm. 380. Queda menos de un tercio a partir de los 10 kilómetros. A 100 kilómetros de altura, donde, salvo los luminosos y electro-magnéticos, ya han desaparecido totalmente los fenómenos meteorológicos, la presión del aire equivale, todo lo más, a una columna de mercurio de una milésima de milímetro.

5. — *Composición.* Hasta 1882 la mezcla atmosférica se consideraba formada, en volumen, por 20,81 % de oxígeno, 79,19 % de ázoe, con pequeñas cantidades de ácido carbónico y amoníaco y una dosis variable y más importante de vapor de agua. Pero en esa época Rayleigh y Ramsay deducen del ázoe el *argón;* poco después, aunque en trazas infinitesimales en la baja atmósfera, el *helium* que Janssen había descubierto, espectroscópicamente, en la corona solar pero que todavía era desconocido en la tierra, y cuya densidad es el doble de la del hidrógeno.

La liquefacción del aire permitió luego, por una verdadera destilación fraccionada del aire líquido, obtener residuos que contenían un gas nuevo, el *krypton;* como del argón líquido se extrajeron el *neón* y el *xenón.*

Así, la mezcla atmosférica, según las medidas más recientes y por lo que se refiere a las primeras capas y a los gases cuya proporción es sensiblemente la misma, tiene su expresión de medida en la siguiente síntesis de Berget. Imaginemos un cubo de 10 metros de lado, conteniendo por tanto un millón de litros, y supongámoslo lleno de aire. De ese millón de litros serán de:

Azoe.	Lt.	781.788
Oxigeno.	»	208.700
Argón		9.400
Neón.		10
Kritón		1
Helium		1
Xenón		trazas
Hidrógeno		100
Litros.		1.000.000

Pero no olvidemos que la atmósfera es el receptáculo de todas la emanaciones gaseosas que se escapan de la superficie terrestre o que proceden del interior del globo: conjunto de emanaciones variables en orden de tiempo, lugar y altura. Entre ellas se destacan, por su importancia, el *vapor de agua* y el *ácido carbónico.* El primero varía (para las capas próximas al suelo) entre una milésima y una treinta ava parte de la mezcla, variación enorme con la cual están vinculados muchos fenómenos meteorológicos. El ácido carbónico oscila alrededor de 3|10.000 en la baja atmósfera. En proporciones variables, pero siempre muy bajas, encontramos además el *ozono,* que es oxígeno condensado molecularmente y cuya proporción es apenas de ocho milímetros cúbicos por metro cúbico de aire. Posiblemente regiones más elevadas que la de nuestra habitual frecuentación, lo deben contener en mayores cantidades, siendo importante su papel en la atmósfera como gran absorbedor de las radiaciones ultra violetas, impidiendo así que estas radiaciones, poderosamente microbicidas, destruyan todos los organismos vivientes, puesto que ni el gas carbónico ni el oxígeno ni el ázoe son capaces de deternerlas.

En fin agregaremos a esos elementos un factor de gran trascendencia sobre todo en los hidro - meteoros y fenómenos luminosos, a saber las *impurezas atmosféricas* que desempeñan un gran papel en las condensaciones del vapor de agua.

Se las encuentra en suspensión en la atmósfera y pueden ser de origen cósmico o de origen terrestre; orgánicas o inorgánicas.

Su proporción cambia con el lugar, el tiempo y las circunstancias especiales del ambiente: a medida que nos elevamos en la atmósfera la proporción disminuye cada vez más: las de origen orgánico desaparecen por completo a pocos miles de metros de la superficie terrestre.

Las siguientes cifras dan una idea de su proporción. Según los análisis de Aitken, el inventor del koniscopio (polvo-examino), el número de partículas en suspensión por cada centímetro cúbico de aire en proximidad del suelo, sería:

32.000 después de una lluvia (aire libre).

130.000 con buen tiempo.

1.380.000 en el centro de un cuarto.

5.420.000 contra un cielo raso.

6. — *Presunciones sobre la composición de la atmósfera en las altas capas.* La composición de la atmósfera que se dijo ser permanente, ¿conserva esa condición a todas las alturas?

Berget, a la luz de los conocimientos actuales, donde el cálculo entra como factor principal en la resolución del problema (puesto que las observaciones directas son escasas y limitadas a las primeras capas), llega a las conclusiones siguientes.

Hasta la altura de 10 a 12 mil metros la atmósfera es removida sin descanso por los vientos y los remolinos atmosféricos que mezclan íntimamente sus elementos; pero este *va-y-ven* de corrientes que aseguran su homogeneidad, desaparece más allá de esa altura.

A esa altura empieza a entrar en juego la ley de la disminución logarítmica de las presiones, que decrecen en razón geométrica mientras la altura aumenta en progresión aritmética.

A igual altura en la atmósfera, dos gases de densidades diferentes, no deben tener la misma presión; por tanto, en la mezcla que resulta de su repartición simultánea en las distintas alturas, las proporciones de esos gases variarán conforme a su densidad, desde el momento que cada uno obra como si estuviese solo. En las capas más altas predomina-

rán los más livianos; en las más bajas, y retenidos por su mayor peso específico, tendrán el predominio los más pesados.

Si redondeando cifras, la mezcla atmosférica se compone al nivel del suelo de 78 de ázoe, 21 de oxígeno, 1 de argón, hidrógeno en la proporción de una diez milésima y el helium en la de una milésima; a 20.000 m. el ázoe habrá alcanzado a 84 %, el oxígeno al 15 % en lugar de 21. Pero, en compensación, el hidrógeno se habrá elevado a una milésima.

A 50 km. el aire todavía contiene un 78 % de ázoe; pero el oxígeno queda reducido a 7 %. Por el contrario, el hidrógeno alcanza la proporción de 13 % y el helium de una vigésima.

A 80 km. ázoe e hidrógeno se equiparan: a 90 en la dosis infinitesimal de aire correspondiente a esa altura, (rarefacción comparable al mejor vacío de las modernas máquinas neumáticas) el hidrógeno se eleva a 70 %. En fin, a 100 km., el hidrógeno ocupa la casi totalidad de la mezcla (99 ½ %), con 0.4 de helium y 0.1 de ázoe. El oxígeno ha desaparecido completamente. En cuanto al argón, neón, krypton y xenón, en virtud de sus grandes densidades, deben, de hecho, haber desaparecido desde la altura de 20 kilómetros.

7. — *División estratográfica de la atmósfera.* Las distintas capas aéreas no interesan todas por igual a la meteorología. Debemos a Teisserenc de Bort, el fundador de la aerología, una división estratográfica de la atmósfera efectiva, correspondiente a la observación de los distintos fenómenos que en ella se desarrollan. Teisserenc de Bort divide la atmósfera en: *Tropoesfera y estratoesfera,* conjunto que constituye la atmósfera efectiva.

La tropoesfera, cuyo espesor se limita a 12.000 metros, abarca: *a)* Una zona de perturbaciones, circunscripta a un espesor medio de 3.500 a 4.000 metros. Es el asiento de todas las grandes acciones atmosféricas; borrascas, ciclones, grandes variaciones barométricas, manifestaciones eléctricas

vistosas, precipitaciones, etc. Esta zona contiene la casi totalidad del vapor de agua base de las precipitaciones y la parte más copiosa y densa de las impurezas orgánicas e inorgánicas. *b)* Una segunda zona que se extiende desde los 3.500 metros a los 11-12.000 metros, donde poco se notan movimientos de traslación horizontal, salvo en la parte más elevada donde viajan los cirrus arrastrados por las corrientes aéreas de retorno. A menudo se observan en esta zona movimientos verticales de convección, ascencionales o descendentes.

Un reposo casi completo, salvo bien entendido, los movimientos moleculares, reina en la capa de aire que se extiende desde los límites de la tropoesfera hasta una altura de 80 kilómetros; Teisserenc la denomina estratoesfera. Sin vapor de agua, por tanto sin nubes: el humo y las cenizas arrojadas por las grandes erupciones volcánicas suben verticalmente para distribuirse luego en vastas capas horizontales; desaparecen las observaciones directas y la ciencia sólo dispone de las que suministran los lanzamientos de globos sondas (el lanzamiento de Pavia alcanzó el máximum de altura con 37.700 metros). En esta capa los gases, no revueltos por los vientos y las corrientes, tienden a sobreponerse por orden de densidades decrecientes según la ley logarítmica ya mencionada.

Más allá de esta altura crítica (los 80 kilómetros), el aire ya casi nada conserva de su primitiva composición. Predomina el hidrógeno y el helium y es posible (así parece revelarlo el espectroscopio), que ya entre en juego *el coronium*, (ese constitutivo fundamental de la corona solar) bajo el nombre de *geo - coronium*, cuya densidad muy probablemente es menor que la del hidrógeno y que desde los 200 kilómetros de altura tendría la prevalencia absoluta sobre el mismo hidrógeno.

La última etapa de la atmósfera quizás se extienda hasta los 6.000 kilómetros de altura: es el asiento de las auroras polares y campo de acción de extrañas manifestaciones electro - magnéticas, fenómenos de yonización, etc., cuyo origen debe buscarse en el polvo electrizado de tenuísima consistencia, lanzado al espacio por las conmociones solares.

CAPITULO II

Características fundamentales de los principales componentes atmosféricos

SUMARIO—8. Oxígeno—9. Ozono—10. Azoe—11. Ácido carbónico—12. Amoníaco—13. Ácido nítrico—14. Vapor de agua—15. Leyes de Boyle, de Dalton y de Gay-Lussac.

Dada, así, una idea general de la constitución de la atmósfera según las investigaciones más modernas, antes de entrar al estudio de los fenómenos de que es asiento y a la técnica de los instrumentos y métodos que se emplean para su observación, detengámonos un momento en el examen de las características fundamentales de sus principales componentes.

8. — *Oxígeno.* Después de los clásicos experimentos de Lavoisier, Dumas, Boussingault, etc., se admite que el oxígeno entre en la mezcla atmósferica en la proporción de 21 %, (volumen). Para estar en lo cierto, esta proporción debe referirse a la baja atmósfera. Numerosos análisis practicados en el corazón de grandes ciudades, en campos abiertos y en las montañas, colocan los límites de su variación entre 20.9 y 21.2 %.

Sólo en condiciones muy especiales sufre notables modificaciones. En aire recogido sobre grandes y exhuberantes sábanas vegetales puede elevarse hasta el 24 % gracias a la descomposición muy activa del ácido carbónico.

El oxígeno es la vida para el hombre y los animales. En el hombre la existencia es posible todavía con una proporción de 15 %, que parece ser la de este gas en la mezcla atmosférica a la altura de 20.000 metros. Con menos, sobreviene la asfixia. El hombre en descanso gasta de 20 a 25 litros por hora: trabajando, de 30 a 35.

Nuestra respiración no es otra cosa sino una oxidación lenta que se produce en el interior del organismo. Gracias a ella mantenemos la temperatura de 37°, que es la normal de nuestro cuerpo.

En la vida vegetal, el oxígeno desempeña un papel análogo y que sólo es superado en importancia por del ácido carbónico. La actividad vital de las plantas, en efecto, se debe esencialmente a múltiples procesos de oxidación o de absorción del oxígeno con producción gradual de compuestos más o menos oxigenados. La posibilidad de absorber oxígeno libre o en combinación con otras substancias constituye, en efecto, la primera condición de actividad del protoplasma que, para moverse, siempre necesita combinar con el oxígeno una parte de sus substancias.

9. — *Ozono.* Es un estado alotrópico del oxígeno o también óxido de oxígeno y, a su vez, un oxidante poderoso. En la atmósfera se produce bajo la influencia de las descargas eléctricas (véase: *Observaciones ozonoscópicas practicadas por el autor en Villa Colón),* aunque, como lo ha demostrado Schoenbein y Lucca, procede también de la oxidación lenta de las substancias orgánicas.

Su proporción en la baja atmósfera varía con la luz, la temperatura, la frecuencia e intensidad de las descargas eléctricas, la mayor o menor riqueza de vegetación; pero parece fluctuar entre 2 y 9 gramos por cada 100 metros cúbicos de aire (Arnaud).

10. — *Azoe o nitrógeno.* Descubierto en la atmósfera por Daniel Rutherford que le dió la denominación de ázoe, fué llamado más tarde nitrógeno sobre propuesta de Chaptal.

Desempeña papel sin importancia en la respiración. Por el contrario los vegetales se benefician en mayor o menor proporción de este gas que no es absorbido al estado libre sino bajo forma de amoníaco o de sales amoniacales, como existen permanentemente en el aire y son arrastrados por las lluvias.

11. — *Acido carbónico.* Está probado que la luz, la altura, las sequías, tienden a disminuir su proporción y que ésta es mayor de noche que de día. Sus principales fuentes son:

La respiración animal.

La respiración nocturna de los vegetales.

Las combustiones naturales lentas del suelo.

Las combustiones artificiales.

Las fermentaciones de las capas superficiales.

Las aguas minerales.

Los fenómenos volcánicos.

La proporción de ácido carbónico no se eleva, lo que sería un gran perjuicio para la vida animal, gracias principalmente a la acción de la clorofila en los vegetales, cuya misión consiste, bajo la acción de la luz, en asimilar el carbono y abandonar el oxígeno de la anidride carbónica.

La oxidación de las sustancias vegetales (combustión), la respiración de los animales, la descomposición de substancias orgánicas, devuelven a las plantas el ácido cárbonico que es elemento necesario para su subsistencia.

De lo dicho se infiere la importancia de la vegetación para el saneamiento de la atmósfera, sobre todo donde la aglomeración de los habitantes, las fábricas, los hogares etc., tienden a elevar la proporción del ácido carbónico. Las plantas que flanquean nuestras calles y adornan nuestras plazas no deben considerarse tan sólo un embellecimiento de la ciudad, sino como una verdadera exigencia higiénica, más indispensable a medida que aumenta su población y se desarrollan sus industrias.

Observaciones practicadas por el Profesor Schroëder, de la Facultad de Agronomía de Montevideo, permiten llegar a las siguientes condiciones con respecto a la riqueza de la atmósfera de Montevideo en anhidrido carbónico:

I. Su porcentaje, término medio, es de 2.98 volúmenes por 10.000 volúmenes de aire a 0° C y mm. 760 de presión.

II. Dicho porcentaje no representa un número constante sino altamente variable según la dirección del viento y las estaciones.

12. — *Amoníaco.* La atmósfera ofrece trazas (sensibles sobre todo en las aguas de lluvia) de amoníaco, de 1 a 5 miligramos por metro cúbico de aire. Observaciones practicadas en el Instituto Nacional de Agronomía sobre aguas pluviales procedentes del Observatorio del Prado, dieron valores entre 0.5 y 1.0 miligramos por litro (Schroëder).

13. — *Acido nítrico.* Habitualmente lo contiene en proporción de 1 a 7 miligramos por cada 100 metros cúbicos de aire. En las aguas pluviales se ha llegado a observarlo en una proporción de 1 a 7 miligramos por litro (Mosny).

14. — *Vapor de agua.* Lo contiene bajo forma de gas invisible o de esferillas líquidas sumamente ténues en las nubes bajas, nieblas, cerrazones, etc.

A cualquier temperatura no superior de 370° C., puede ser condensado; y puede serlo a temperaturas tanto más bajas cuanto más bajas son las presiones. Desempeña un papel importantísimo en la mecánica atmosférica y es la materia prima de los hidrometeoros. No hallándose en saturación, para los efectos meteorológicos puede considerarse como sujeto a las leyes de Boyle, de Dalton y de Gay - Lussac, que recordamos por su gran importancia.

15. — *Ley de Boyle.* Una determinada masa gaseosa que se mantiene a temperatura constante, ocupa volúmenes inversamente proporcionales a las presiones a que está sujeta. O también: Las tensiones elásticas de una dada masa gaseosa que se mantiene a temperatura constante, son directamente proporcionales a la densidad.

Para comprender el fundamento de esta Ley basta pensar que obligando cierto número de partículas gaseosas a ocupar un espacio que sea, por ejemplo, la mitad del que ocupaban antes, se habría duplicado el número de moléculas en la mitad de volumen o doblado su densidad; así como quedará implícitamente duplicado el número de choques moleculares en la unidad de tiempo sobre la unidad de área y por tanto la tensión del vapor.

Ley de Dalton. — Es una consecuencia de la Ley de Boyle. Si se mezclan masas distintas de diferentes gases a la misma temperatura y en recipientes cerrados, cada una de ellas ejerce una tensión elástica igual a la que ejercería si estuviese sola en el recipiente.

Ley de Gay - Lussac. — Una determinada masa gaseosa que se mantenga a presión constante o a volumen constante, cambia respectivamente de volumen o de presión proporcionalmente a los cambios de temperatura.

Sobresaturación. — Cuando el aire contiene todo el vapor que puede contener a una dada temperatura y presión, se dice que está saturado. Cualquier pequeña disminución de temperatura o aumento de presión basta para producir la

condensación. Sin embargo se dan casos en que ésto no sucede así y el aire llega a contener mayor cantidad de vapor del que necesita para estar saturado (sobresaturación). Este fenómeno se observa cuando el aire se halla desprovisto de impurezas y se encuentra en quietud. Es una condición que nos ayudará a comprender ciertos fenómenos hidrometeóricos.

CAPITULO III

Origen del calor atmosférico. — Como se calienta la atmósfera

SUMARIO—16. Orígen cósmico, telúrico, solar del calor atmosférico—17. Como se propaga el calor: por conductibilidad, por convección, por radiación o emisión — 18. Constante solar—19. Temperatura y calor—20. Termómetro—21. Su graduación—Escala centígrada, de Réaumur, de Farhenheit — Conversión de escalas — 22. Termómetro honda—23 y 24. Termómetros de Máxima y de Mínima—25. Geotermómetros—26. Actinómetro de Arago — 27. Termógrafos — 28. Normas para el buen uso del termógrafo—29. Reducción de fajas termográficas—30. Cómo se instalan los termómetros — 31. Casillas meteorológicas de Montsouris y «Morandi» — 32. Horas de observación — 33. Normas para una buena observación termométrica—34. Algunos desperfectos subsanables en los termómetros.

16. — *Origen del calor atmosférico.* El calor, cuya condición de equilibrio entre ambientes distintos llámase *temperatura*, es el fundamento en que directa o indirectamente descansan todos los fenómenos físicos de cualquier orden o naturaleza que ellos sean. De hecho, su único origen para la atmósfera y la superficie terrestre es el sol, pues debemos descartar por insignificante el que nos llega desde los demás mundos del espacio agotado en una larga peregrinación; así como puede prescindirse prácticamente del calor irradiado por el núcleo terrestre (sólido, líquido o pastoso según distintos pareceres, pero indiscutiblemente de alta temperatura) aprisionado por una gruesa capa de rocas cristalinas o cristaloideas, pésimas conductoras del calor.

Y decimos "prácticamente" refiriéndonos a la variación térmica superficial; pues, como observa oportunamente Stiattesi, se encuentra resistencia en aceptar las ideas de

Lord Kelvin de que veinte centurias después de la formación de la corteza terrestre, la tenuidad de la corriente térmica que la atravesara procediendo del interior, debía quedar sin ninguna influencia sobre la superficie.

En realidad la estrata de temperatura constante, arranque del grado geo-térmico que la extrapolación de nuestras observaciones directas hasta 20 metros de profundidad, ubica en Montevideo a unos 25 metros debajo de la superficie del suelo, no sería sino el punto donde se determina el equilibrio dinámico entre el calor emitido por la tierra e irradiado a los espacios y recibido y retenido por el suelo durante el año. Porque, si así no fuere; si se admitiera que la envoltura cristalina ha impedido y signe impidiendo en absoluto la liberación hacia el espacio de una parte del calor central, ¿cómo podría sustentarse la opinión de la gran mayoría de los geológos de que el arrugamiento progresivo orogénico es el fruto de la progresiva pérdida de calor o, en otros términos, del enfriamiento continuo del planeta?

Vivimos, pues, del sol que nos envía, no entramos a discutir si por ondulaciones a través del éter o por emisión según hipótesis antiguas resucitadas en estos últimos tiempos, toda la energía térmica necesaria para la producción de los fenómenos atmosféricos.

17. — *Cómo se calienta la atmósfera.* El calor se propaga en una de las tres formas siguientes: Por conductibilidad, por convección, por radiación.

Por conductibilidad. — Un cuerpo de temperatura más elevada que los que lo rodean, tiende a trasmitirles parte de su calor o, en otros términos, a equilibrar con ellos su temperatura. Calentemos un extremo de una varilla de hierro: el calor de la llama pasará a la parte de la varilla que envuelve la llama y luego, poco a poco, se correrá a lo largo de la varilla hasta alcanzar, si no es muy larga, la extremidad más alejada de la fuente de calor.

Otro ejemplo: Un foco de calor (el rayo solar) calienta el suelo en un punto cualquiera de la superficie terrestre. Las primeras capas atmosféricas en proximidad del suelo tras-

miten verticalmente a la sobrepuestas parte del calor recibido. Las segundas proceden en igual forma con las terceras, y así sucesivamente hasta quedar anulada la influencia térmica inicial de la superficie: exactamente como en el ejemplo anterior, aunque con mayor lentitud y menor intensidad dadas las distintas condiciones de conductibilidad del metal y del aire, que es mal conductor. Esta comunicación del calor a través de un cuerpo se llama conducción del calor.

Por convección. — Llénese un recipiente con dos tercios de agua y colóquese debajo de él una lamparilla de alcohol. Las moléculas del agua situada en el fondo del recipiente y el aire que contiene el líquido se calientan, se dilatan, se elevan hacia la parte superior del líquido. Pero al elevarse como dejarían un vacío y esta condición no puede perdurar en un líquido, serán reemplazadas por las moléculas inmediatas, más frías, luego más densas, luego más pesadas. Las nuevas moléculas sufrirán también a su turno, la influencia del calor y dejaremos así establecidas en la vasija dos corrientes: Más cálida una (ascendente); menos la otra (descendente), que provocarán al cabo de cierto tiempo el calentamiento de toda la masa hasta su ebullición. Esta forma de distribución del calor se llama *por convección.*

Los gases, en general, y los de que está compuesta la atmósfera, son malos conductores del calor, que difícilmente se propagaría en ellos por conductibilidad. Pero, dada la suma movilidad de sus moléculas, se originan en ellos corrientes de convección donde el foco de calor es el calor solar devuelto por irradiación telúrica.

En las regiones ecuatoriales, donde el rayo solar hiere el suelo con mayor intensidad, el aire recalentado se eleva hacia las altas regiones atmosféricas, arrojándose luego en parte hacia el Sur y en parte hacia el Norte. Ese aire es inmediatamente reemplazado por otro más frío y pesado que se desliza a lo largo de la superficie y que procede de las zonas vecinas. Tenemos así en las regiones ecuatoriales y subecuatoriales un sistema de corrientes ascendentes o ascendentes-inclinadas que transportan el aire, y con el aire temperaturas

elevadas, hacia más altas latitudes: y corrientes bajas a lo largo de la superficie terrestre que transportan con el aire temperaturas más bajas hacia el ecuador.

En ninguna de estas formas el calor solar puede llegar hasta nosotros. Así en el procedimiento por conductibilidad como el de convección el calor se trasmite por medio de las partículas de un sólido o de un fluído, por ténues que ellas sean: y todo hace creer que no existen semejantes partículas en el espacio interplanetario o, de existir, que no tienen densidad apreciable para desempeñar esa función, cuando la luz solar sólo emplea unos ocho minutos para llegar hasta nosotros salvando una distancia de 153:000.000 de kilómetros.

En resumen· el calor solar nos llega por radiación o por emisión, y la atmósfera se calienta sobre todo por convección, resultando de ahí que el foco inmediato de su caldeamiento es, en realidad, el suelo sobre el cual incide el rayo solar después de haber atravesado la atmósfera sin dejarle sino una pequeña parte de su calor.

18. — *Constante solar.* Se ha llamado con este nombre la cantidad de calor que el sol envía durante un minuto a la superficie de un centímetro cuadrado normal a la dirección del rayo en los límites superiores extremos de la atmósfera, es decir antes de haber pagado el tributo de absorción a la masa atmosférica: absorción que varía según su espesor, su composición, su transparencia, su estado higrométrico. la inclinación del rayo y que puede, en algunos casos, llegar hasta ser total.

La cifra que expresa dicha constante se ha inferido de observaciones actinométricas, practicadas en la baja atmósfera; pero es evidente que la misma incertidumbre relativa a la altura real de la atmósfera y a su composición, sobre todo en las capas elevadas, debe afectar la exactitud del cálculo. Por otra parte mal puede llamarse constante solar, como bien lo observa Berget, la energía térmica que nos viene del sol con la lumínica, la química, la eléctrica y quizás con otras aún desconocidas o apenas vislumbradas, cuando el estudio del sol demuestra que esa enorme masa en ignición está cons-

tantemente sujeta a violentas perturbaciones y cambios contínuos accidentales unos, periódicos otros, manifestados en el mecanismo de las manchas, protuberancias, corona, etc., que deben alterar sensiblemente sus condiciones físicas, su temperatura, entre otras.

No hay uniformidad en la determinación de este elemento fundamental. Violle después de larga y paciente labor, empleando el actinómetro que lleva su nombre, la fija en 2° 75 C., que es la cantidad de calor necesaria para elevar de 0° a 2° 75 la temperatura de un gramo de agua. Aceptando esta cifra, resultaría que la cantidad global de calor irradiada por el sol esféricamente en el mismo espacio de tiempo es igual a la que produciría la combustión de once cuatrillones de toneladas de hulla. De esa enorme energía es una mínima parte la que aprovecha nuestro planeta, pequeño grano de arena perdido en la inmensidad.

En tesis general puede decirse que *en la radiación solar y en la forma que los distintos cuerpos la absorben o la rechazan, está la causa primaria de los fenómenos meteorológicos.*

19. — *Temperatura y calor*. Para evitar confusiones en la significación y aplicación de los datos termométricos, convendrá detenernos un momento sobre el alcance que tienen los términos *calor* y *temperatura,* dos cosas que se confunden con harta frecuencia.

Temperatura, indica nivel térmico y no cantidad de calor. La unidad de medida para el calor es la caloría (gran caloría) o sea la cantidad de calor necesaria para elevar de un grado (de 0° a 1°, p. e.) un kilogramo de agua destilada. Pequeña caloría es la cantidad de calor necesaria para obtener el mismo resultado tratándose de un centímetro cúbico de agua.

Hagamos ahora un experimento. Llénese una vasija con 101 litros de agua en la cual un termómetro señale 15°. Calentemos el líquido hasta que el mismo termómetro registre 50°. En este momento pasemos un litro de agua a un pequeño recipiente y midamos aparte lo que en ese líquido registra el termómetro. Despreciando pequeñas diferencias, las dos cantidades de líquido elevarán el termómetro al mismo pun-

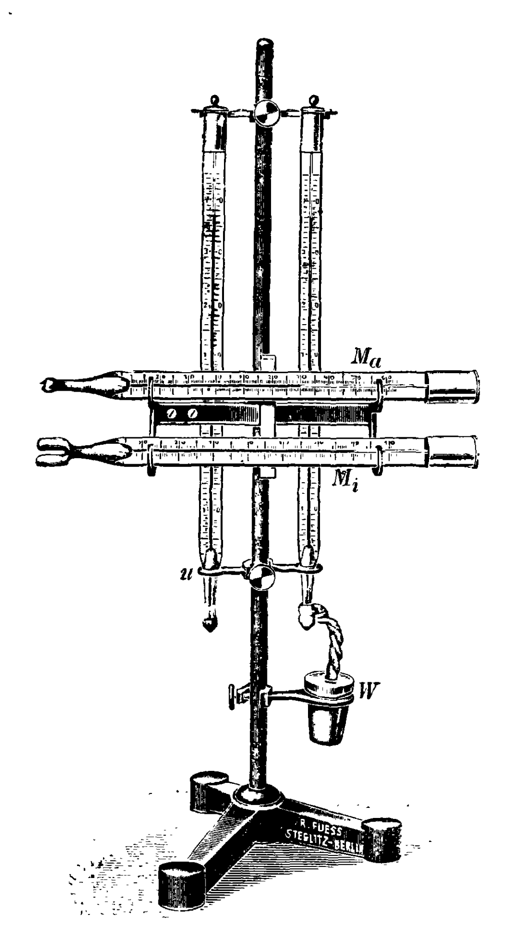
to de la escala, a saber a 50 °. Diremos, pues, que el agua del grande y del pequeño recipiente tienen igual temperatura. ¿Deduciremos de este hecho que las dos cantidades de agua poseen igual cantidad de calor? Para probar lo contrario, bastaría considerar que si pretendemos obtener un aumento cualquiera de la escala termómetrica en los dos recipientes, deberemos gastar 100 veces más combustible para el recipiente grande que para el chico. Pero también en compensación, si exigiéramos del agua así calentada un trabajo cualquiera, el depósito grande nos lo produciría en una proporción cien veces mayor.

Otro ejemplo. Si ponemos en comunicación dos tubos en forma de U, la capacidad de cuyos brazos esté entre sí en la proporción de 1 a 10, y vertemos por uno de ellos un líquido cualquiera (mercurio, p. e.); por la ley de los vasos comunicantes el mercurio se elevará en ambos brazos a igual altura. Habremos obtenido así en los dos tubos igualdad de nivel, pero es evidente que tal igualdad nada tiene que ver con la cantidad de mercurio contenida en cada tubo.

Con respecto al calor, la temperatura es lo que el nivel para los líquidos. Supongamos dos cuerpos cualquiera de distinta masa y volumen y en los cuales, como en cualquiera de los ejemplos anteriores, el termómetro señale valores iguales. Estos dos cuerpos, puestos en contacto, no intercambian calor, exactamente como no se ceden mercurio los dos vasos comunicantes una vez establecido el nivel, apesar de sus diferentes capacidades. Pero si existe el desnivel térmico, es decir si en uno de los dos cuerpos el termómetro señala valores más altos que en el otro, entonces el cuerpo de más elevada temperatura (que bien pudiera imaginarse fuere el que contuviera menos cantidad de calor) cede calor al de menor temperatura hasta restablecer el equilibrio o nivel térmico.

20. — *Termómetros.* Termómetro es el instrumento de que nos servimos para la medición de la temperatura. Se atribuye su invención a Galileo y con el Barómetro inventado años después por Torricelli, discípulo del anterior, la meteorología dispuso de los dos aparatos fundamentales que la fijaron sobre bases científicas.

El termómetro se funda en la dilatación de los cuerpos bajo la acción del calor, sea cual fuere su estado, sólido, líquido o gaseoso. Un termómetro, por tanto, es un cuerpo que



Juego de termómetros

por su dilatación o contracción o, en otros términos, por su aumento o disminución de volumen, indica la temperatura de los cuerpos con que se halla en contacto íntimo.

Los líquidos que se utilizan para el caso (no nos ocupare-

mos en estos apuntes del termómetro de aire sin uso en la práctica ordinaria de los observatorios) deben poseer gran uniformidad de dilatación: son indicados el mercurio, el alcohol y el tolueno.

Como dicha uniformidad disminuye hasta perderse en proximidad de un cambio de estado del líquido: teniendo presente que el mercurio hierve recién a los 358° C. pero se congela a los — 39°.5 mientras el alcohol hierve a los 78°.4 pero no se congela hasta la temperatura de — 100°, por eso se emplea el alcohol o el tolueno para los termómetros de mínima y el mercurio para los ordinarios y de máxima.

Un buen termómetro debe ser *rápido, sensible* y *constante.*

Es *rápido* cuando tarda una pequeña fracción de tiempo en ponerse en equilibrio térmico con el cuerpo con el que se pone en contacto. Con ese objeto debe ser pequeña su masa de mercurio o de alcohol y extensa la superficie del bulbo. Es *sensible* cuando permite registrar pequeñas diferencias de temperatura, por ejemplo, 1|10 de grado. Se consigue este resultado dando al bulbo gran capacidad en proporción al tubo capilar. Es *constante* si la substancia de que se compone el tubo no sufre cambios que alteren sus dimensiones y, como consecuencia, que desalojen el cero o modifiquen su escala. Se llega a este resultado empleando en la construcción vidrio duro y recocido cuyos cambios moleculares son casi nulos; y grabando la escala sobre el mismo vidrio. En fin, su calibre debe ser parejo en toda la extensión de la escala, condición que hoy se consigue prácticamente perfecta en los grandes talleres de mecánica científica.

21. — *Graduación del termómetro.* Se hace sumergiéndolo primero en hielo fundente, muy desmenuzado, mejor raspado, a fin de que la adhesión contra el depósito sea perfecta. El punto donde la columna queda estacionaria, representa el cero. El termómetro se expone luego al vapor de agua en ebullición a 760 mm. de presión atmosférica. El punto alcanzado por la columna mercurial en esas condiciones es el 100° de la escala. El intervalo (siempre que el diámetro del tubo capilar sea parejo en toda su extensión), se divide en

partes iguales que pueden ser grados, medios grados, quintos o décimos de grado (1).

La escala así obtenida se transporta más allá de dichos extremos, llamándose grados positivos los que se cuentan sobre el cero y negativos debajo del cero, que se hacen preceder del signo menos (—).

Esta escala se denomina Centígrada o Celtius y en breve habrá llegado a reemplazar todas las demás.

Si el intervalo entre los dos puntos se divide en 80 partes, tendremos la escala Réaumur, abandonada prácticamente en la actualidad.

En el termómetro Fahrenheit, muy usado todavía en los países de habla inglesa, el cero centígrado corresponde al 32° y el 100 al 212°.

Para reducir grados Reaumur a Centígrados se multiplican los R. por 1.25. Para la reducción inversa se dividen los grados C. por 1.25. Ej.:

40° R. × 1.25 = 50° C.
25° C. : 1.25 = 20° R.

Para convertir grados Fahrenheit en grados C. se restan 32° de la T. F; se divide el resto por dos y se agrega al cociente un décimo, una centésima, una milésima, etc., de su valor. Por ejemplo: se quiere reducir a C. 100° F.

100° F. — 32° =	68°
68° : 2 =	34°00
+	3°4
+	0°34
+	0°034
	37°774

o sea: 100° F. = 37°.8 C.

---

(1) La experiencia enseña que un observador alcanza rápidamente a apreciar las décimas de un medio grado o sea la 20ª de grado. No merece la pena, por tanto, adquirir termómetros de muchas divisiones, cuyo precio es notablemente más elevado y que pueden engendrar confusión en la lectura.

22. — *Termómetro honda.* Muy usado en viajes, en condiciones desfavorables para una buena observación con las instalaciones ordinarias, y para control. Es un pequeño termómetro, sólo dividido en grados por lo general, que en la parte superior termina en un anillito de vidrio. Por éste, o mejor por el anillo de una armazón de alambre fino que lo defienda contra fáciles ropturas, se pasa un hilo cuyos extremos se anudan juntos y que permite hacerlo rotar en honda en un lugar posiblemente a la sombra y frente al viento. En estas condiciones el t. h. señalará exactamente la temperatura del ambiente estando en contacto con una gran masa de aire y siendo muy poco influenciado por irradiaciones.

La rotación debe durar uno o dos minutos; la lectura debe ser rápida, cuidándose mucho de que el depósito no esté humedecido, lo que rebajaría por evaporación, su temperatura. Como dijimos, prefiérase la sombra; pero aún en pleno sol la diferencia con la observación a la sombra es de muy pocos décimos de grado.

23. — *Termómetros de máximas.* Está construído en condiciones de poder señalar automáticamente la mayor temperatura habida entre una observación y otra. El intervalo es, ordinariamente, de un día; pero en lugares de difícil acceso se lo emplea para máximos mensuales, estacionales, anuales. Se obtiene la anotación automática por varios procedimientos, siendo los más empleados los siguientes.

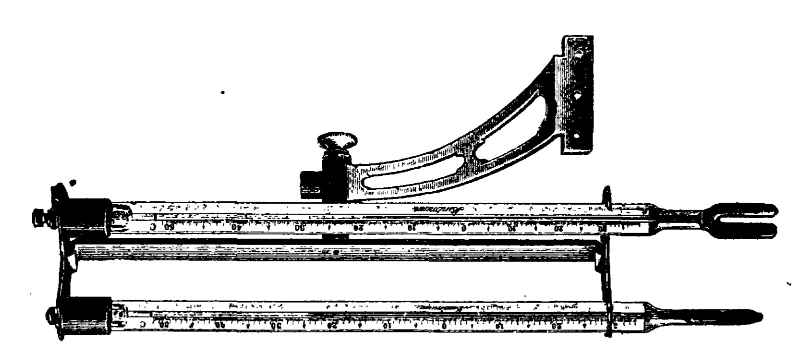
En algunos el mercurio, al salir del depósito, encuentra una extranguladura del tubo capilar que vence fácilmente bajo la acción de la dilatación. Pero luego de producirse la máxima, la columna se corta en la extranguladura, quedando la parte que la había excedido como testimonio del máximum.

Una vez leído ese valor, se reintegra el mercurio al depósito sacudiendo moderadamente el termómetro con el depósito vuelto hacia el suelo.

En otros el mercurio al dilatarse pasa a través de una angostura cónica, obtenida en la extremidad inferior del tubo capilar por el aditamento de una pequeña aguja de vidrio. Al descender la temperatura, la columna no vuelve al depósito sino mediante pequeños sacudimientos, como en el caso anterior.

El máximum de temperatura está indicado por la extremidad de la columna mercurial más alejada del depósito.

24. — *Termómetro de Mínima.* Es un termómetro de alcohol o de tolueno. En la columna está sumergido un índice de



Termómetros de Máxima y Mínima

vidrio azul que termina en cada una de sus extremidades por un pequeño disco, de mayor diámetro el opuesto al depósito, de menor diámetro el otro. Cuando el líquido se dilata, pasa a través de las paredes del tubo y del índice sin arrastrarlo. Al disminuir la temperatura, la columna se contrae y su extremidad llega en contacto del índice, que por adherencia momentánea arrastra consigo hasta el momento del mínimo o sea hasta el momento de su mayor contracción. Cuando, después de producirse el mínimo la temperatura vuelva a subir, el alcohol pasará a través del índice sin arrastrarlo, quedando éste como testimonio del mínimo.

La lectura se practica en la extremidad del índice opuesto al depósito. Para ponerlo en condiciones de funcionar nuevamente se inclina el termómetro por el lado opuesto al depósito hasta que el índice alcance el límite superior de la columna de alcohol.

Comparación de los termómetros de máxima y mínima. — Se recomienda una frecuente comparación de los termómetros de máxima y de mínima con el ordinario instalado junto a aquellos, para obtener una continua comprobación del estado de los mismos y de la corrección que se haya de aplicar.

25. — *Geotermómetros.* Así se llaman los aparatos destinados al estudio de la temperatura del subsuelo, donde ocultas pero activas, las raíces elaboran los elementos vitales de las plantas.

Recientemente se han preconizado pares termo - eléctricos que enterrados a la profundidad requerida, son susceptibles de registrar muy pequeños cambios de temperatura. El calor origina una corriente eléctrica proporcional a la diferencia térmica y que es registrada por un galvanómetro. El aparato es en extremo sensible, muy cómodo pero todavía de costo excesivamente elevado.

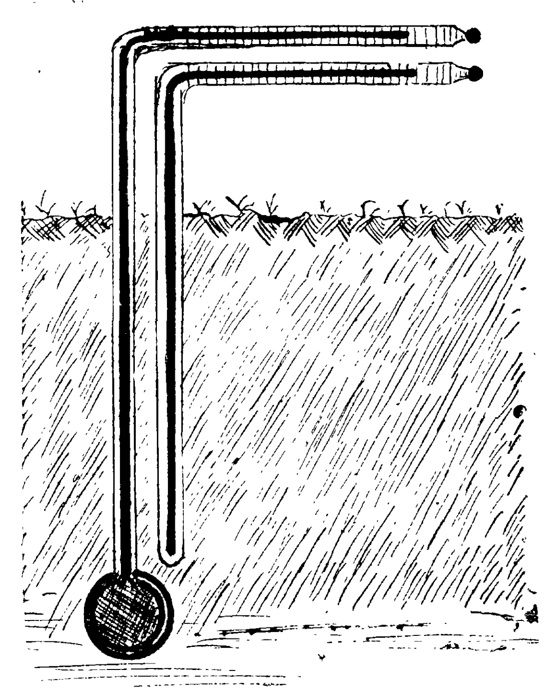
Para profundidades mayores de m. 0.30 suelen emplearse termómetros de grueso depósito esférico y larga varilla capilar, cuya graduación empieza al nivel del suelo y que sobresale doblada en codo de 45° para facilitar la lectura. Se instala abriendo un pozo de pequeño diámetro colocando el termómetro a la profundidad requerida y cubriendo todo con la misma tierra tamizada y pisonada.

Este sistema ofrece el inconveniente de exponer la parte del termómetro enterrado en el suelo a temperaturas diferentes, y por tanto a errores por diferencia de dilatación a lo largo de la varilla. Se corrije este defecto colocando al lado del termómetro una varilla capilar en un todo idéntica a la del termómetro, pero sin depósito. La mayor o menor extensión de la columna mercurial en el termómetro con bulbo, comparada con la del termómetro sin depósito, será debida a los efectos de las condiciones térmicas del ambiente en que se halla ubicado.

Muy generalizado también, y satisfactoriamente en uso en el Observatorio del Prado desde su fundación, es el geotermómetro que lleva el nombre de Fuess - Dumond. Se entierran a las profundidades requeridas tubos de madera resinosa, no sangrada, mientras se trate de profundidades no mayores de dos metros (o de hierro siendo mayores) que sirven de guía a varillas de madera de la misma longitud, protegidas en la parte que aflora a la superficie del suelo por una ancha tapa de madera pintada de blanco. La varilla lleva en su extremidad inferior un acanalado donde

se ubica un termómetro común, sumergiéndolo enteramente en sebo, menos la pequeña parte de la escala que se presume represente la excursión máxima del termómetro a esa profundidad.

La rapidez con que se efectúan las observaciones no da



Geotermómetro con varilla de control

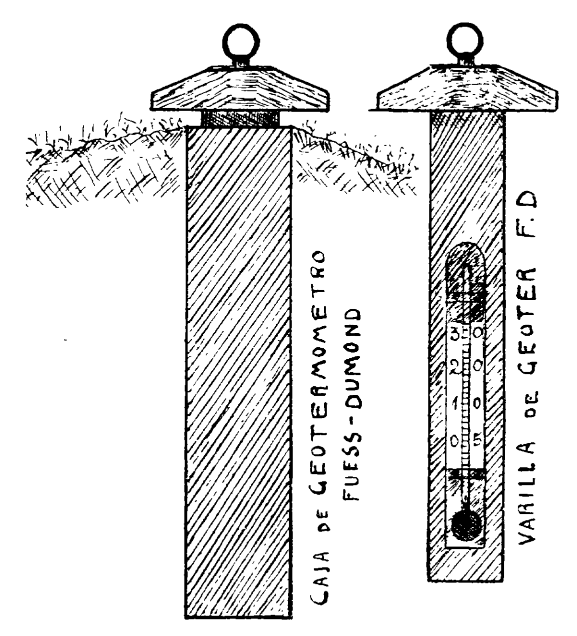
tiempo para que se operen cambios de temperatura en la masa mercurial.

Experimentos personales prueban que en las condiciones indicadas la columna de mercurio permanece inalterable en pleno aire durante más de un minuto, tiempo más que suficiente para practicar y controlar una prolija observación.

26. — *Actinómetro de Arago.* Se emplea no precisamente para la determinación de los valores absolutos del calor solar recibido por la tierra (constante solar) que exige ins-

trumentos y métodos delicados, sino de las variaciones de la radiación solar.

Consta de dos termómetros con depósito esférico, de iguales dimensiones, encerrado cada uno en una defensa de vidrio, donde se ha hecho el vacío, que termina en esfera y en cuyo centro se encuentra el depósito del termómetro.



Geotermómetro Fuess-Dumond

Uno de los depósitos es brillante, el otro cubierto de una delgada capa de negro de humo. Bajo la acción de la radiación el termómetro de depósito ennegrecido se calienta más que el otro que sufre pérdidas por irradiación. Se anota la diferencia entre los dos y se supone que ella es proporcional a la radiación.

27. — *Termógrafo.* — Es un aparato destinado a registrar la temperatura automáticamente y de un modo continuo. Consta del órgano termométrico, de las palancas de multiplicación y del cilindro de registración.

El órgano termométrico consiste en un tubo metálico de Bourdon de forma elipsoidal y doblado en arco, lleno de alcohol ó de un líquido análogo. Está fijo por una de sus extremidades. Cuando la temperatura disminuye, el líquido se contrae y el tubo tiende a encorvarse. Si aumenta, la dilatación del alcohol obliga el tubo a distenderse proporcionalmente al aumento. La extremidad libre del tubo está conectada con una serie de palancas que multiplican sus pequeños movimientos, llevando una de ellas, — la más larga, — una pluma en su extremidad con que los registra sobre un papel adherido a un tambor metálico puesto en movimiento por un aparato de relojería. La hoja lleva impresos dos sistemas de líneas: las verticales (arcos de círculo cuyo radio es la palanca mayor y que señalan las horas pares); las horizontales que indican los grados. Las divisiones dan los valores de grado en grado, pero aún en los pequeños modelos, la práctica enseña a apreciar el décimo, fracción suficiente para las exigencias comunes de la meteorología.

Los termógrafos procedentes de casas de confianza, como lo son por ejemplo, Richard de París, y Fuess de Berlín, Negretti y Zambra de Londres, pueden suministrar observaciones de notable exactitud siempre que se reemplace el método de corrección de las lecturas a base de correcciones permanentes determinadas una vez por todas cada cierto tiempo, con el sistema de controles diarios, mediante un buen termómetro colocado en proximidad del registrador y en idénticas condiciones de instalación. Este procedimiento, del que nos ocupamos más adelante, dió satisfactorios resultados en el Observatorio del Prado.

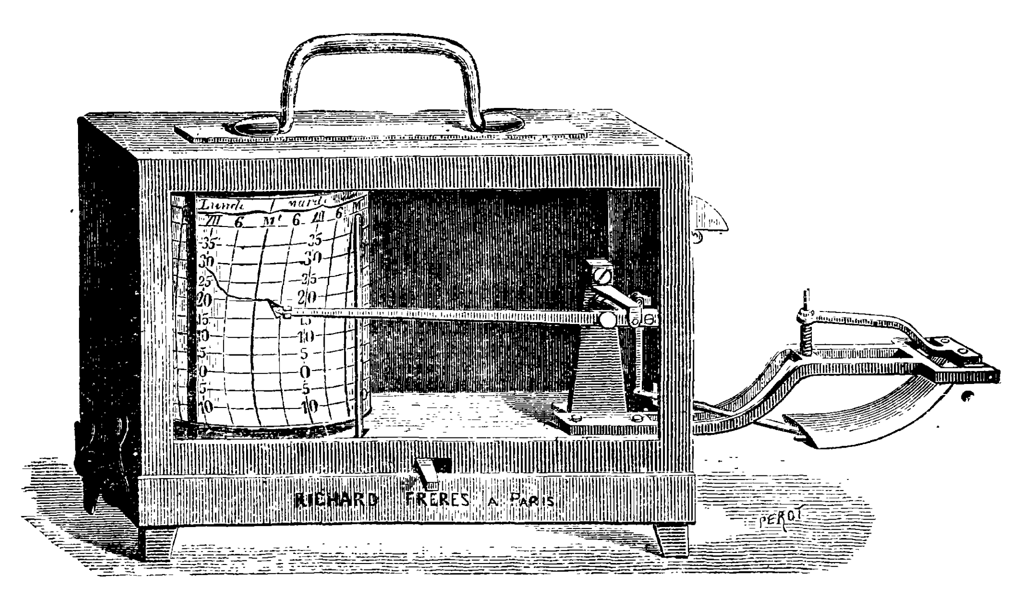
28. — *Normas para el buen uso del termógrafo.* Debe cuidarse:

Que la faja esté bien adherida al cilindro y descanse exactamente sobre el bordecito saliente del mismo.

Que el reloj motor conserve el tiempo dentro de una tolerancia de un cuarto de hora por semana.

Que la pluma deje un trazo fino y continuo y no ejerza sobre el papel más que la presión necesaria para la registración. Estará en las condiciones exigidas cuando, al incli-

narse el termógrafo de unos 45°, la pluma se desprende del cilindro. Esto se obtiene graduando un tornillo de presión colocado cerca de la extremidad opuesta a la pluma en la palanca registradora.



Termógrafo Richard

Que todo el mecanismo y sobre todo el tubo se conserven limpios y sin herrumbre.

Que el aparato no reciba en ningún momento sacudidas bruscas.

Que la pluma, llevada desde el borde superior de la faja a la base de la misma, trace un arco en perfecta coincidencia con el impreso en la faja.

Cuando, después de haber corregido la tensión del tubo para hacer coincidir su registración con el valor señalado por un buen termómetro (lo que se obtiene mediante un tornillo que los fabricantes cuidan de resguardar contra roces o indiscreciones y sobre el cual debe actuarse muy delicadamente), el termógrafo continúa dando diferencias saltuarias superiores a 1°, debe rechazarse el aparato.

Sucede a menudo que cierta clase de hormigas tomen por asalto la tinta, vaciando en pocos minutos el depósito de la pluma, que, como se comprende, deja de registrar. En los muchos casos que se nos denunciaron en los servicios del Instituto, se obtuvo resultado excelente agregando al frasco de tinta una gota de aloe.

También debe vigilarse mucho la intromisión de unas pequeñas arañas que anidan en los intersticios del aparato irregularizando su marcha y a veces deteniéndolo.

29. — *Reducción de las fajas termográficas.* Un cuidadoso y frecuente control de los registradores da a sus anotaciones, como se ha dicho más arriba, un valor que de suyo estarían lejos de tener aún en los mejores aparatos, ya que su error no es constante. En el Observatorio del Prado desde su fundación, se procede a la transcripción, corrección y cálculo de los valores procedentes de las fajas termográficas en la forma siguiente que entendemos fué adoptada luego también en otras instituciones meteorológicas.

El registrador instalado en proximidad de un buen termómetro al abrigo de la casilla, se vigila constantemente. Con frecuencia se efectúan observaciones directas extraordinarias para aumentar las ordinarias de control. Para evitar interrupciones o comparar curvas durante períodos accidentados o más o menos irregulares, fuciona simultáneamente otro termógrafo de igual procedencia y proporción.

Al ocuparnos de las fajas, la primera operación es intersecar la curva con una breve y fina línea vertical en el punto que corresponde exactamente a las horas impares, pues en el trazado de las fajas las divisiones verticales proceden de dos en dos horas. Esta operación es muy importante, sobre todo en el termógrafo y en el higrógrafo donde las variaciones horarias pueden ser intensas. Si hay atraso o adelanto en el tiempo, se interpola su corrección.

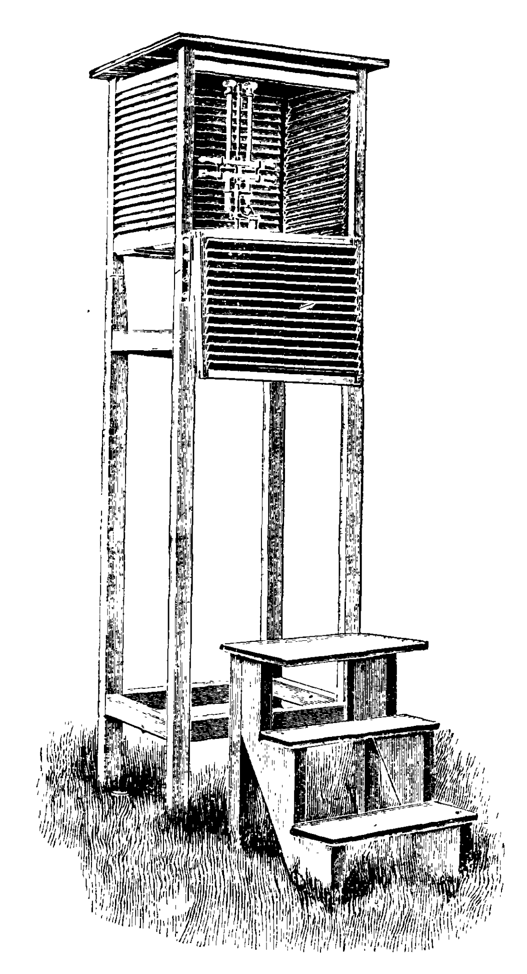
Se procede luego a la lectura de la faja en los puntos correspondientes a cada hora del día (o a las escogidas para obtener promedios). Los valores obtenidos en primera lectura se cotejan con la faja a la vista, trabajo que ordinariamente no realiza el mismo encargado de la primera lec-

tura. Asegurada así la exactitud de la transcripción, se copian debajo de los valores gráficos los correspondientes a la observación directa y se determinan las diferencias repartiéndolas equitativamente entre las 24 horas.

30. — *Cómo se instalan los termómetros.* La instalación ideal de un termómetro, destinado a dar una idea exacta de la temperatura del aire ambiente, es en un paraje descampado, cubierto de césped, en forma tal que el aire tuviese libre acceso al depósito del termómetro y que su temperatura no sufriera en lo más mínimo por causas accidentales (irradiaciones, corrientes, caldeamientos artificiales, etc.). En ningún momento debe alcanzarlo el rayo directo solar. Son malas las instalaciones hechas a lo largo de una pared, en una ventana, debajo de un corredor, muy cerca de una casa; en cualquier lugar donde se produzca absorción o reflexión artificial de calor; donde los edificios u otras causas produzcan corrientes ascendentes o descendentes. Se infiere de lo dicho que ofrece serios inconvenientes y pudiendo, debe desecharse, el sistema de *ventana meteorológica* que hace algunos años se había difundido en algunos países de Europa. Las observaciones no sólo quedan más o menos afectadas, sino que los errores varían durante el año para la misma estación y para cada estación, haciendo las observaciones mal comparables entre sí.

31. — *Abrigo de Montsouris.* Es bueno y económico al mismo tiempo el abrigo llamado de Montsouris, del nombre del Observatorio donde se ha ideado y adoptado. Se compone de un doble techo, formado el exterior por tablas sobrepuestas que impidiendo la penetración del sol y de la lluvia, permiten la del aire; el interior por delgados listones. Las exteriores van forradas de zinc. El doble techo es sostenido por cuatro postes iguales de dos en dos que penetran 0m 60, en el suelo. Sus lados, que miden por lo menos un metro, son respectivamente paralelos y perpendiculares al meridiano. La inclinación del techo procede de Norte a Sur para nosotros. Su altura máxima sobre el suelo, que será con césped de bajo corte, alcanzará a m. 2.60 y 2.20 respectivamente. La distancia entre los dos techos, unos viente centímetros.

Inmediatamente debajo del techo y sobre travesaños de madera se instalarán los termómetros y el termógrafo. El rayo del sol no los alcanza nunca, mientras reciben el bene-



Casilla Meteorológica

ficio de una amplia circulación de aire. Para asegurar mejor el primer resultado, la casilla lleva al Este y al Oeste, algo separadas de la caja, unas defensas de madera que complementan el abrigo.

Casilla Morandi. La experiencia de muchos años ha enseñado que resulta un excelente abrigo la casilla instalada en el Observatorio del Prado ideada por su Director, el autor de estos apuntes. Techo y abrigos son de anchas tablas discontinuas para obtener una más perfecta circulación. Su descripción figura en los Anales del Instituto N. Físico - Climatológico. Fué adoptada, parece, por la Dirección del Servicio Meteorológico Colonial de Francia.

32. — *Horas de observación*. Donde se dispone de registradores, el procedimiento que indicamos más arriba permite deducir de la faja los elementos para el promedio según la combinación que mejor responda al objeto. No siendo así, un estudio practicado expresamente sobre valores horarios termométricos directos indica como combinación más apropiada para nuestras latitudes la de

$$\frac{7\,h + 14\,h + 21\,h}{3}$$

que sin apartarse sensiblemente de la verdad, puede aplicarse a la mayor parte de los elementos climatológicos.

33. — *Normas para una buena observación termométrica*. La observación debe ser rápida sin dejar por eso de buscarse la forma de controlear la primera con una segunda lectura

Sea cual fuere la división de la escala, la temperatura se apreciará en grados y décimos de grado. Si el termómetro está dividido en grados y décimos, la cosa no ofrece mayor dificultad, salvo cierta confusión que puede proceder del apeñuscamiento de las excesivas divisiones. Si se trata, como en la generalidad de los termómetros,de divisiones en quintos, medios grados o grados, la práctica enseñará a estimar a ojo la fracción decimal.

Obsérvese posiblemente reteniendo la respiración para evitar la influencia del aliento sobre el termómetro. Por una razón análoga, permanézcase lo menos posible en proximidad de los termómetros.

Al practicar la observación, léanse primero los décimos, luego los grados.

Si se hace uso de lámpara, prefiéranse las que desarrollen menos calor y téngaselas lo más lejos posible de la instalación.

La visual dirigida al vértice de la columna debe hacer con él una línea perfectamente horizontal, para evitar errores de proyección.

No se tome nunca el termómetro por el bulbo, pues eso alteraría su temperatura.

El observador no debe fiarse nunca de la memoria, sino escribir de inmediato sobre una libreta o memorándum las observaciones a medida que las efectúa.

Debe indicarse cómo está hecha la instalación. De cualquier manera, haciendo nuestra la recomendación de muchos Congresos de meteorología, al darse a conocer el resultado de las observaciones, indíquense los detalles fundamentales de la instalación, a fin de que los llamados a utilizarlas, puedan justipreciar su valor. Por falta de este requisito muchas observaciones antiguas y aún modernas, no inspiran la suficiente confianza para ser tomadas en cuenta seriamente.

34. — *Algunos desperfectos subsanables en los termómetros.* Puede suceder en los termómetros de mínima que la columna líquida se fraccione en varios pedazos y que el índice salga del alcohol. Se remedia este inconveniente haciendo rotar en honda el termómetro en un plano vertical. Esta operación rechaza el índice al depósito: no queda luego sino hacerlo correr hacia la extremidad de la columna.

Este procedimiento a veces no da resultado con el termómetro de mercurio. Se acude entonces al siguiente. Caliéntese con precaución el depósito del termómetro, hasta que se haya hecho subir a lo largo del tubo capilar una columna de ocho a diez centímetros: se endereza luego el termómetro con el depósito arriba y se le da una sacudida brusca dirigida de arriba a abajo para separar la columna del depósito de mercurio. Esta recorre el tubo empujando delante de sí las gotitas que accidentalmente se hubiesen formado e incorporándoselas. Cuando la extremidad anterior de la columna empieza a penetrar en la cámara de aire (pequeña ampolla en la extremidad del tubo opuesto al depósito), se endereza rápidamente el termómetro y se obtiene así la fusión de la columna integrada con el mercurio del depósito.

CAPITULO IV

La presión atmosférica

SUMARIO. — 35. El aire está sujeto a la ley de la gravedad. — 36. Disminución de la presión con la altura. Para las grandes alturas ¿no sería preferible el gravímetro al barómetro?—37. Teoría del barómetro.—38. Barómetro Fortín. —39. Instalación y observación del barómetro Fortín. — 40 Barómetro Aneroide y registrador. 41. Corrección de capilaridad, de temperatura, de altura y de gravedad. Valor altimétrico del milímetro. —42. La nueva medida métrica de la presión.

35. — *Presión Atmosférica.* El aire, como todos los demás cuerpos que constituyen nuestro planeta, obedece a la ley de la gravedad: tiene un peso. Esto que hoy ni parece necesitar demostración, fué negado por Aristóteles, afirmado por Galileo y probado en clásicos experimentos por su discípulo Torricelli, el inventor del barómetro. Este aparato es fundamental para la meteorología dinámica y mide la presión de la atmósfera con cuyas variaciones están íntimamente vinculados sus movimientos o sea el viento. El peso o presión del aire cambia con la altura, de lugar a lugar, de un momento a otro, en variaciones periódicas algunas, accidentales y transitorias otras.

36. — *Disminución de la presión con la altura.* El Barómetro, del que en breve nos ocuparemos, es en rigor una balanza donde el peso es una columna vertical de aire de un diámetro dado, que va desde el lugar de observación al límite superior de la atmósfera: y el contrapeso la columna de mercurio que la equilibra en el vacío. Si nuestro experimento lo realizamos al nivel del mar, la columna de aire que gravita sobre la balanza barométrica mide todo el espesor de la atmósfera ejerciendo una presión dada. Pero si nos elevamos, al dejar debajo de nosotros cierto número de capas, que ya no ejercerán presión sobre el mercurio; o, en otros términos, al acortar la columna - peso, la presión disminuirá hasta reducirse a cero allá donde el aire desaparezca del todo. Digamos, por ejemplo, a los 6000 kilómetros de altitud.

Si el aire conservara la misma densidad en toda su altura, el decrecimiento de la presión sería rigurosamente proporcio-

nal a ella. Es lo que, prácticamente, puede admitirse para las capas más bajas y mientras no se exceda de los 200 metros (que es el caso general de nuestra altimetría).

Cada capa de aire es comprimida por el peso de todas las que están colocadas encima de ella y escapa a la presión de las que están debajo. A la ley de una simple proporcionalidad debe substituirse una ley logarítmica: *Las presiones decrecen en proporción geométrica a medida que las altitudes aumentan en proporción aritmética.*

Pero el problema se complica si se considera: que la temperatura del aire cambia sin cesar de una capa a otra, de un lugar a otro, alterando la densidad del aire: que éste nunca se halla en calma sino agitado por corrientes horizontales o verticales ascendentes o descendentes más o menos intensas; que el vapor de agua también sufre continuas modificaciones dentro de límites bastante amplios, contribuyendo a alterar la presión atmósferica.

Por estas razones la misma fórmula de Laplace que al to mar én cuenta numerosos factores de variación, permite una determinación barométrica de altura de suficiente exactitud mientras no se exceda del límite de unos 5000 - 6000 metros; más allá no suministra sino valores que rápidamente degeneran en grandes incertidumbres. Berget, al proponer la substitución del barómetro por el gravímetro con fines altimétricos, llega a afirmar que cualquier imperfección del registrador empleado por los aviadores en busca de nuevos y cada vez más elevados records de altura (en estos días un oficial norteamericano alcanzó en avión los 12.000 metros) y de que se proveen los globos - sondas, puede dar errores de cientos de metros entre 15.000 y 20.000 metros y de miles entre 30.000 y 50.000.

37. — *Barómetro.* El Barómetro de mercurio consiste esencialmente en un tubo de vidrio, de poco menos de un metro de largo, cerrado en una de sus extremidades, que se llena de mercurio puro y luego se sumerge verticalmente en una cubeta llena de mercurio. El líquido baja en el tubo hasta cierto nivel que depende de la altura sobre el mar y deja en la parte superior del tubo un espacio deprovisto de aire lla-

mado vacío de Torricelli o cámara barométrica. La presión del aire exterior es la que sostiene la columna mercurial del barómetro, equiparable, como dijimos, a una balanza donde las fuerzas antagónicas son la presión por un lado, la columna mercurial equilibradora por el otro. La distancia entre la base de la columna, cero de la escala, y el vértice de la columna representa en milímetros la presión atmósferica.

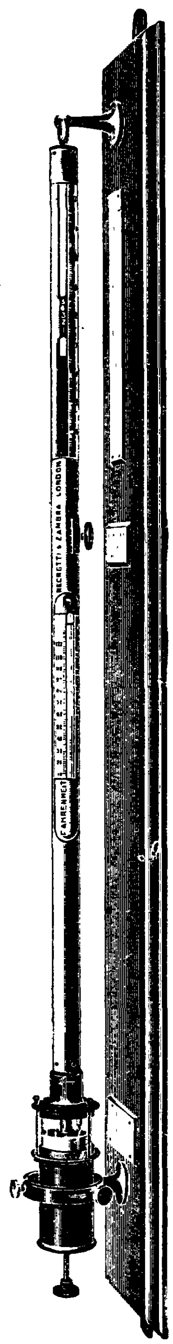
Es evidente que, para el caso, podrían utilizarse otros líquidos p. e., glicerina, aceite, etc.; pero, sin contar otros inconvenientes, su escasa densidad al lado de la del mercurio (13.596) obligaría a dar al aparato proporciones enormes, incómodas y susceptibles de muchos errores.

38. — *Barómetro Fortin.* Es el tipo de los barómetros de mercurio más empleado en los Observatorios: de fácil manejo y notable exactitud.

La cubeta o depósito de mercurio consta de un recipiente cilíndrico de vidrio terminado en la parte inferior por una bolsa de gamuza movible que deja entrar el aire por sus poros sin permitir la salida del mercurio. Su fondo puede elevarse o bajarse por medio de un tornillo. La tapa de la cubeta lleva interiormente una punta de marfil en forma de V con cuya extremidad (que es el punto de partida o cero de la escala) se lleva a aflorar el mercurio por medio del tornillo mencionado más arriba.

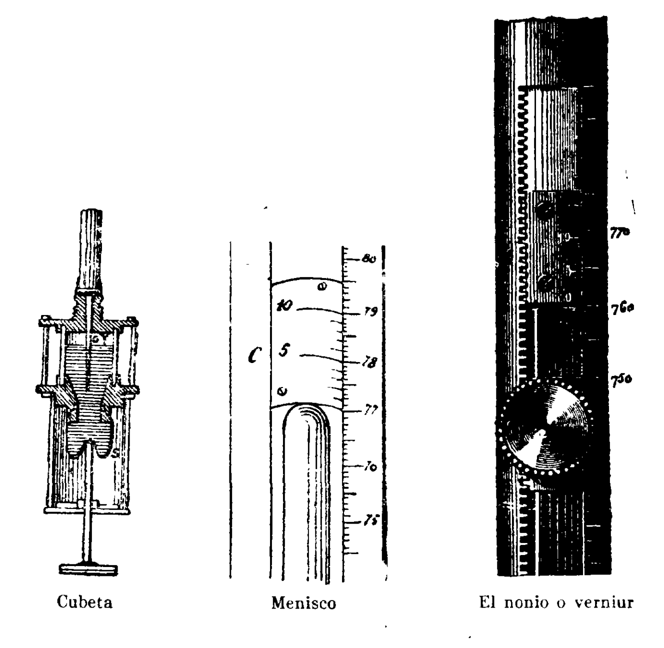
En esta cubeta pesca un tubo de vidrio que se ha llenado previamente de mercurio, defendido por un tubo metálico fijo en la tapa de la cubeta, y que presenta a partir de cierta altura, dos aberturas o ventanas diametralmente opuestas. En el borde de una de ellas está grabada la escala, cuyo origen corresponde al nivel de mercurio aflorado por la punta de marfil. A lo largo de esta escala corre el nonio, que permite la apreciación de las fracciones decimales de la escala.

39. — *Observación del Barómetro.* Lo primero que se observa es el termómetro anexo, cuya temperatura puede variar si se prolonga la observación. Luego, moviendo el tornillo inferior, se procura que la punta de marfil enrase la superficie de mercurio de la cubeta. La tercera opera-



Barómetro Fortin

ción consiste en la lectura de la escala fija (milímetros), y de las fracciones decimales de milímetro en el nonio, que serán indicadas en el punto donde una división del nonio coincide exactamente con una división de la escala fija.



Cubeta — Menisco — El nonio o verniur

Para una buena observación del barómetro cuídese:

I. — De que la cubeta esté bien iluminada o por luz natural o por artificial, a fin de que no se cometan fáciles errores en el afloramiento de la punta de marfil con el mercurio.

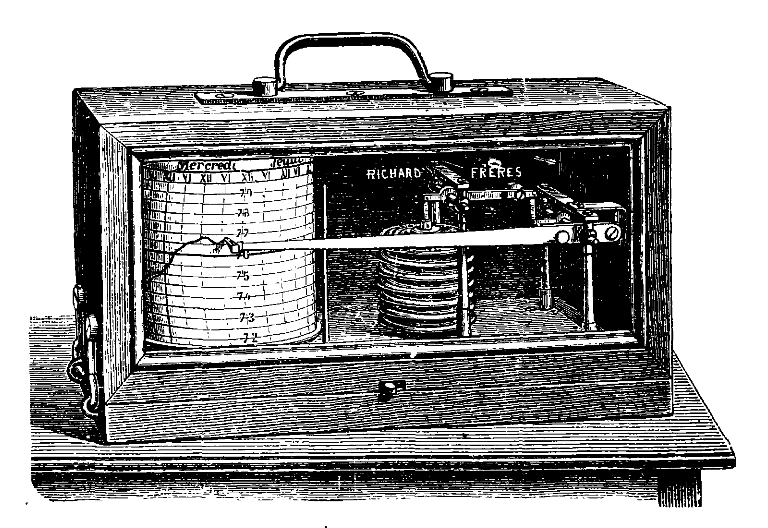
II. — Al moverse el tornillo del nonio para determinar el vértice de la columna de mercurio, cuídese de que la línea: ojos del observador, limbo antero - inferior del nonio, vértice del menisco, limbo inferior - posterior del nonio, sea perfectamente horizontal.

III. — Antes de proceder a esa determinación golpéese ligeramente con el nudillo del dedo el tubo metálico.

El orden de la observación es como sigue. Lectura del

termómetro anexo, afloramiento de la punta de marfil, afloramiento del vértice del menisco de la columna mercurial por el limbo inferior del nonio, lectura de la escala fija, lectura del nonio.

Instalación del Barómetro. Nunca deberá instalarse al exterior sino al abrigo de la intemperie, en un cuarto donde las variaciones de temperatura sean mínimas; por tanto sin calefacción artificial; bien iluminado sin que en ningún



Barógrafo Richard

momento le dé el rayo directo del sol; posiblemente contra una pared interior. Debe quedar en posición vertical e independiente, en su suspensión, de la vitrina de abrigo.

40. — *Aneroides.* Son barómteros metálicos constituídos esencialmente por una caja cilíndrica (caja de Vidie) donde se ha hecho el vacío y cuyas dos bases de delgada hoja metálica son levemente onduladas. Bajo la influencia de la presión exterior, éstas se yuxtapondrían, si no lo impidiera un resorte que hace equilibrio a la presión atmosférica. Los movimientos en uno o en otro sentido de las dos caras onduladas, multiplicados por palancas e indicados por una aguja sobre una escala, señalan la presión. El aneroide se

coloca a punto por comparación con un barómetro de mercurio.

El barómetro registrador tipo Richard, muy en uso en los Observatorios, está formado por varias cajas (ordinariamente siete) de Vidie, que tienen por objeto sumar su acción para una transmisión y multiplicación más eficaz y menos sujeta a resistencias que podrían traducirse fácilmente en errores. Al mismo tiempo los pequeños errores a que pueden dar lugar cada una de ellas llegan a neutralizarse o a reducirse notablemente. Su control se hace en una forma análoga al indicado para el termógrafo.

41. — *Correcciones.* — *Corrección de capilaridad e instrumental.* En los barómetros cuyo tubo mida un diámetro interior de por lo menos 7 mm., los efectos de la capilaridad (menisco) pueden considerarse constantes, y su corrección englobarse a la corrección instrumental obtenida por comparación con un patrón. Conviene, al momento de proceder a la observación, golpear el tubo con el nudillo del dedo, para uniformar el menisco.

Reducción a 0°. Bajo la influencia de la temperatura, el mercurio del barómetro se dilata o se contrae, sin que estas variaciones nada tengan que ver con la presión. Para obtener, pués, el valor verdadero de la presión en un momento dado y hacer comparables entre sí distintas presiones tomadas en diferentes condiciones térmicas, es necesario reducirlas todas a una misma temperatura que es el cero. Esto se facilita mediante tablas de reducción a las que se entra con el valor del termómetro adjunto al barómetro y la presión observada.

A un resultado en la práctica satisfactorio, dentro de los límites de variación de la presión en nuestro clima, se llega dividiendo por ocho el valor termométrico observado, apreciando en milímetros el cociente y restándolo o agregándolo a la presión observada, según se trate de temperaturas sobre o bajo cero.

Así por ejemplo:

Term Anexo 15° 8: 8 = m/m 1.97
Presión obs. m/m 755.35
— 1.97

Bar. a 0° C. m/m 753.38

La tabla de reducción da como valor de corrección: 1.94.
Otro ejemplo:

Term. Anexo 20° 4: 8 = m/m — 2.55
Presión obs. m/m 768.30
— 2.55

Bar a 0° C. 765 75

La tabla da como valor de corrección: 2.62.

Corrección de altura o reducción al nivel del mar. Se impone todas las veces que deben compararse valores observados a diferentes alturas sobre el nivel del mar.

Si se trata de alturas inferiores a 100 metros, puede admitirse un factor de reducción constante de m|m. 0.092 por cada metro de altura, o sea un milímetro por cada once metros.

Entre 100 y 200 metros puede aceptarse mm. 0.084 por metro o sea un milímetro cada 12 metros.

Cuando se trata de alturas mayores no excesivas y si no se exige una extremada precisión, puede acudirse a la fórmula simplificada:

$$Z = 16.000 \times \frac{H - h}{H + h} \times (1 + 0.00367) \text{ donde}$$

Z es la diferencia de nivel en metros; *H* y *h* la altura barométrica a 0° en las dos estaciones; *t* la temperatura media de las dos estaciones.

42. — *Las nuevas unidades de medida de la presión.* Hasta hace poco las presiones barométricas se medían en milímetros y fracciones de milímetro.

Cuadrantes y barómetros en uso actualmente están grabados en esa escala.

Hace poco se ha adoptado la unidad llamada *bar* con sus subdivisiones: centibar, milibar:

Recuérdese que la *dina* es la fuerza que imprime una aceleración de un centímetro por segundo a la masa de un gramo.

La *megadina* (o millón de dinas) corresponde prácticamente a una altura de mm. 750. Esta es la nueva unidad de presión por centímetro cuadrado y se la llamó *bar*. La presión se mide, así, por milibar en lugar de medirla en milímetros.

La conversión de un sistema en otro se hace teniendo presente que un milímetro (mercurio) equivale a 1.333 mb.

Reducción a la gravedad normal. Dada la forma no rigurosamente esférica sino esferoidal de nuestro planeta, la gravedad no es la misma en todos los puntos de su superficie. Las alturas barométricas están influenciadas diversamente por la gravedad: es, pues, necesario, — para hacerlas comparables entre sí, — reducirlas a la gravedad tomada como normal, que es el peso de la unidad de mercurio a 45 ° de latitud. La corrección es negativa para las latitudes comprendidas entre 0 ° y 45 °; positiva entre 45 ° y el polo.

La tabla siguiente suministra los elementos necesarios para dicha reducción en nuestras latitudes:

Reducción del barómetro a la gravedad normal (45 Lat.)

LATITUD	PRESIÓN EN MILÍMETROS						
	54°	58°	62°	66°	70°	74°	78°
25°	0.94	1.01	1.08	1.15	1.22	1.29	1.36
26°	0.90	0.97	1.03	1.10	1.17	1.23	1.30
27°	0.86	0.92	0.99	1.05	1.12	1.18	1.24
28°	0.82	0.88	0.94	1.00	1.06	1.12	1.18
29°	0.78	0.84	0.89	0.95	1.01	1.07	1.12
30°	0.74	0.79	0.85	0.90	0.95	1.01	1.06
31°	0.69	0.74	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
32°	0.65	0.70	0.74	0.79	0.84	0.89	0.94
33°	0.60	0.65	0.69	0.74	0.78	0.83	0.87
34°	0.56	0.60	0.64	0.68	0.72	0.76	0.81
35°	0.51	0.55	0.59	0.63	0.66	0.70	0.74
36°	0.46	0.50	0.53	0.57	0.60	0.64	0.67
37°	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60
38°	0.37	0.40	0.42	0.45	0.48	0.51	0.53
39°	0.32	0.34	0.37	0.39	0.42	0.44	0.46
40°	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39

La S. M. F. ofrece el valor altimétrico del milímetro, que reproducimos creyendo pueda prestar excelentes servicios en la práctica.

Valor altimétrico del milímetro

PRESIÓN BAROMÉTRICA	TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE EN GRADOS CENTÍGRADOS																
	0°	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°
760	10.57	10.65	10.73	10.81	10.89	10.98	11.06	11 15	11.23	11.32	11.41	11.49	11.58	11.66	11 75	11.84	11.92
750	10.71	10.79	10.87	10.95	11.04	11.13	11.21	11.30	11.38	11.47	11.56	11.64	11.73	11 82	11.91	12.00	12.08
40	10.55	10.93	11.02	11.10	11.19	11.28	11.36	11.45	11.54	11.63	11.72	11.80	11.89	11.98	12.07	12.16	12.24
30	11.00	11.08	11.17	11.26	11.35	11 43	11.52	11.61	11.70	11.79	11 88	11.96	12.05	12.15	12 23	12.32	12.41
20	11.15	11.24	11.32	11.42	11.51	11.59	11.68	11.77	11.86	11 95	12 04	12.13	12.22	12 32	12.40	12.49	12.58
10	11.32	11.40	11.48	11.58	11.67	11.75	11.85	11.94	12.03	12.12	12.21	12.30	12.38	12.49	12.58	12.67	12 76
700	11.47	11.56	11.65	11.74	11.83	11.92	12.02	12.11	12.20	12.29	12.39	12.48	12.57	12 67	12.76	12.85	12.94
690	11.63	11.72	11.82	11 91	12.00	12.09	12.19	12.28	12.38	12 47	12.57	12.66	12.75	12.85	12.94	13.04	13 13
80	11.80	11.89	11.99	12.08	12.18	12.27	12.37	12.46	12.56	12.66	12.75	12.85	12.94	13 01	13.13	13.23	13 32
70	11.98	12.07	12.17	12.26	12 36	12.46	12.55	12.65	12.75	12.85	12.94	13.04	13.14	13.23	13.33	13.43	13.52
60	12.76	12.26	12.35	12.45	12.58	12.65	12.74	12.84	12.94	13.04	13.14	13.24	13.34	13.43	13.53	13.63	13.73
50	12.35	12.45	12.54	12.64	12.74	12 84	12.94	13.07	13.14	13.24	13 34	13.74	13.54	13.64	13.74	13.84	13.94
40	12.55	12.67	12.74	12.84	12.94	13.07	13.14	13.24	13.35	13.45	13 55	13.65	13.75	13.85	13.96	14.06	14.15
30	12.75	12.84	12 94	13.04	13.15	13.25	13 35	13.45	13.56	13.66	13.76	13.87	13.97	14.07	14 18	14.28	14.38
20	12.96	13.05	13.15	13.25	13.36	13.46	13.57	13 67	13.75	13.88	13.98	14.09	14.20	14 30	14.41	14 51	14.62
10	13.17	13.27	13 37	13.77	13.58	13.68	13.79	13.89	14 01	14.11	14.21	14.32	14.43	14.54	14.64	14.75	14.86
600	13.39	13.49	13.59	13.70	13.80	13.91	14.02	14.13	14.24	14.35	14.45	14.56	14.67	14.78	14.89	15.00	15.11
590	13.62	13.72	13 82	13.92	14.03	14.15	14.26	14.37	14.48	14.59	14 70	14.81	14.92	15 03	15.14	15 25	15.36
80	13.75	13.96	14.06	14.17	14.28	14.39	14 51	14.62	14 73	14.84	14.95	15.07	15.17	15.29	15.40	15.52	15.63
70	14.09	14.20	14.31	14 42	14.53	14.67	14.76	14.88	14.99	15.10	15.21	15.33	15.44	15.56	15 67	15 79	15 91
60	14.34	14 45	14.57	14.67	14.75	14.90	15.02	15.14	15.25	15.37	15.48	15 60	15.72	15.84	15.95	16.07	16.19

CAPITULO V

La humedad atmosférica

SUMARIO. — 43. Fuentes del vapor atmosférico. — 44. Sus características. — 45. Com se determina el estado higrométrico — Método químico. — 46. Higrómetros de cabello. — 47. Sicrómetro de August. — 48. Humedad relativa y absoluta.— Tablas sicrométricas.

43. — *Fuentes del vapor atmosférico.* Como se ha dicho, la atmósfera libre contiene siempre en proporciones diversas, vapor de agua, por lo menos mientras no se exceda el límite de la tropoesfera.

El agua que se encuentra en la superficie terrestre en cualquiera de sus formas: en grandes extensiones líquidas (mares, lagos, ríos): mezclada con substancias extrañas, como en los pantanos y, en general, en los terrenos: compenetrando los seres orgánicos (plantas y animales); llenando los intersticios, grietas o pozos de las rocas; extendiéndose en capas perennes de nieve o de hielo en las laderas de las altas montañas y en las soledades polares: — el agua, a cualquier temperatura, aún a las muy bajas, se transforma en un gas invisible que se mezcla con los componentes del aire, participando aproximadamente (a lo menos mientras se conserva invisible) de las principales propiedades físicas de los componentes atmosféricos: la *expansibilidad* o tendencia a ocupar espacio, *compresibilidad, peso, dilatabilidad* por el calor, sujeción a la Ley de Dalton por la cual *la cantidad de un vapor y tensión son las mismas en el seno de un gas que en el vacío para una misma temperatura*: y que *la fuerza elástica resultante es igual a la suma de las tensiones del gas y del vapor referidas al volumen total.*

El vapor de agua es menos pesado que el aire en igualdad de temperatura y presión: un litro de vapor pesa 0.622 de un litro de aire seco (un litro de aire seco pesa 1 gr. 4).

44. — *Características del vapor de agua.*

1.ª Un espacio dado no puede contener más que una determinada cantidad de vapor. Esta cantidad aumenta, si aumenta la temperatura.

2.ª Cuando un espacio se satura, es decir llega a contener la cantidad máxima de vapor que le corresponde por una temperatura dada, cualquier cantidad de vapor que se le agregue se condensa en agua.

3.ª Cualquier disminución de temperatura en un espacio como el indicado anteriormente, hace que una parte del vapor se condense.

4.ª Estando un espacio en saturación, la fuerza elástica del vapor es la máxima que puede adquirir con esa temperatura: así, pués, a cada temperatura corresponde una cantidad máxima de vapor por un espacio dado: y una especial fuerza elástica, llamada tensión máxima del vapor.

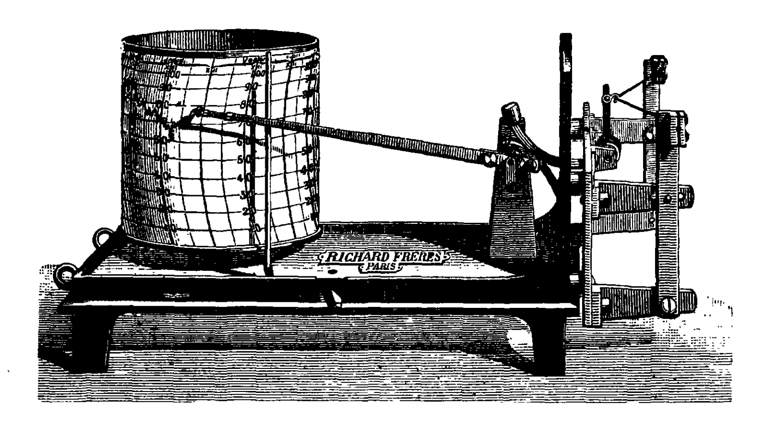
45. — *Como se determina el estado Higrométrico del aire.* Para apreciar las condiciones higrométricas del aire se emplean métodos y procedimientos diferentes.

Método químico. — La cantidad (en peso) de vapor de agua contenido en la atmósfera en un momento y volumen dado, se puede determinar haciendo pasar una corriente de aire por varios tubos, llenos de una substancia absorbente, como el cloruro de calcio, potasa cáustica, ácido fosfórico o de piedra pomez en fragmentos embebidos de ácido sulfúrico. El aumento de peso obtenido en los tubos después de la operación representará, en gramos, la cantidad absoluta de vapor arrebatado a un volumen conocido de aire y que aproximadamente (como veremos) equivale a la presión o tensión del vapor expresada en milímetros de mercurio.

Conocida la cantidad de vapor de agua necesaria para la saturación a la temperatura de la observación, ya que las tablas dan la tensión máxima, se obtiene la relación con ese valor, que será el estado higrométrico del momento, o *humedad relativa.*

Los higrómetros de Daniel, Regnault, Alluard, etc., suelen emplearse para observaciones de control, ya que si poséen un grado muy elevado de precisión, no resultan cómodos para las observaciones habituales. En la práctica de los Observatorios se acude a los higrómetros de absorción o al Sicrómetro, o a los dos combinados. Nos ocuparemos brevemente del higrómetro de cabello de Saussurre y del Sicrómetro, que son de uso común y fácil manejo.

46. — *Higrómetro de Saussurre.* Es un higrómetro de absorción. Un cabello o, mejor, un haz de cabellos desgrasados, se fija por una de sus extremedidades a una pieza que puede sufrir pequeños desplazamientos, y se enrolla por la otra extremidad sobre una rondanita de dos gargantas, cuyo eje lleva una aguja destinada a recorrer un cuadrante. En la segunda garganta de la rondana se enrolla un hilo de seda, munido de un pequeño contrapeso que mantiene el haz de cabellos constante y uniformemente tenso.



Higrógrafo Richard

El cero del instrumento se determina colocándolo debajo de una campana, en un ambiente cuya humedad venga absorbida en su totalidad por un depósito de cloruro de calcio o de otra substancia hidrófila. El grado extremo superior de la escala (100 o saturación) se obtiene colocando el instrumento debajo de una campana donde se haya producido saturación mediante la introducción de esponjas embebidas en agua.

Variando la cantidad de vapor exigido para la saturación con la temperatura, claro está que el aparato sólo podrá suministrar indicaciones atendibles mientras reine la temperatura del momento de la determinación de la escala. Para las demás temperaturas sólo indicará una marcha aproximada de la humedad atmosférica.

47. — *Psicrómetro.* Este aparato, debido al meteorologista August (de Berlín), cuyo nombre lleva, mide el estado higrométrico del aire por el enfriamiento causado por la evaporación del agua. Está basado en el principio de que la evaporación está en razón inversa de la tensión del vapor de agua guardando relación con el enfriamiento que produce. Se compone de dos termómetros iguales expuestos en iguales condiciones, de cuyos depósitos uno es seco y el otro envuelto en una funda de muselina unida por una mecha al depósito de agua destilada que lo conserva constantemente humedecido (1). La evaporación del depósito humedecido se produce a expensas de su temperatura, que desciende tanto más, cuanto mayor es dicha evaporación. La diferencia del termómetro húmedo con el termómetro seco (t—t') permite deducir la tensión del vapor del volumen de aire en el que se experimenta, mediante la fórmula:

$$f = T - A\,(t - t')\,B$$

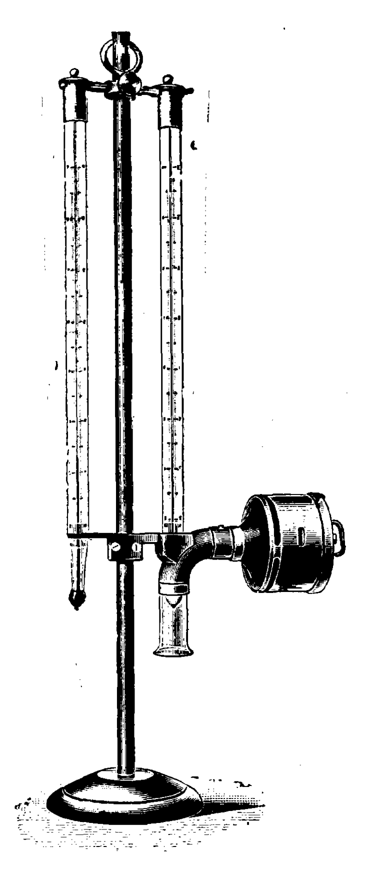
en la cual f indica la tensión del vapor de agua, T la tensión máxima del vapor a la temperatura t', B la presión atmosférica del momento y A una constante que puede fijarse en 0.000635.

Damos a continuación el cuadro de las tensiones máximas del vapor para temperaturas entre — 10° y 40° C.

TEMPERATURA G.	Presión máxima del vspor en m/m	Peso en gramos del vapor por M. 3	Diferencia para la presión
— 10°	2.09	2.30	— 0.21
— 5°	3.11	3.35	— 0.24
0°	4.60	4.85	— 0.25
+ 5°	6.53	6.79	— 0.26
10°	9.18	9.36	— 0.18
15°	12.73	12.74	— 0.01
20°	17.41	17·14	+ 0.27
25°	23.55	22.83	+ 0.72
30°	31.56	30.07	+ 1.49
35°	41.85	39.22	+ 2.63
40°	54.97	50.66	+ 4.31

(1) En algunos servicios meteorológicos, en Italia, por ejemplo, la evaporación del termómetro húmedo se favorece mediante un pequeño ventilador movido por relojería, que renueva el aire debajo del t. h. Conviene que el ventilador esté dispuesto en forma que el aire corra del termómetro seco al húmedo, para evitar que la humedad del termómetro húmedo afecte el termómetro seco.

48. — *Humedad relativa.* Conocidos los valores máximos de la tensión del vapor para todas las temperaturas habituales, una simple relación entre la cantidad de vapor que con-



Sicrómetro de aspirador

tiene la atmósfera en un momento dado (que se obtiene por la observación de t y t') y la cantidad que le correspondería si contuviera el máximum a la temperatura ambiente, suministrará la humedad relativa o estado higrométrico, que se expresa en centésimas de saturación.

Así, por ejemplo, se obtiene por observación:

$t = 18^{\circ}\ 7$ C.
$t' = 15^{\circ}\ 0$
$B = 760$ m/m
Diferencia $t - t' = 3^{\circ}7 + 760$ m/m $= 2812.0$
$A = 0.000635 \times 2812.0 = 1.78562$
$T = 12.7 - 1.7856$ o sea m/m 10.9

Por interpolación de valores se ve que a la temperatura de 18.° 6 C (que es la temperatura del ambiente) la tensión máxima del vapor sería de 16 m|m. Como el aire en ese momento solo tiene 10.9 m|m. o sea un tercio menos de esa cantidad, resultará también prácticamente que la Humedad Relativa será también de un tercio menos de su saturación, o sea 66 %. Para facilitar y hacer más rápido el cálculo de la humedad absoluta y de la humedad relativa en el momento de la observación, se han preparado tablas especiales, adaptadas a las condiciones de presión barométrica y con un estudio experimental del coeficiente A. De una publicación hecha por el Prof. G. Devis, Director del Servicio Meteorológico Argentino hasta 1905, resumimos las tablas de reducción para la presión barométrica de 755 m|m., la más conveniente para nuestra altimetría.

Tablas sicrométricas correspondientes a una altura B. de 755 mm.

TERMÓMETRO HÚMEDO t'	Aumento de la presión del vapor por 0°1.	DIFERENCIA ENTRE LOS TERMÓMETROS DE DEPÓSITO *SECO* Y *HÚMEDO*											
		0°0		0°2		0°4		0°6		0°8		1°0	
		Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R.
— 5	0.03	3.1	100	3 0	95	2.9	90	2.8	86	2.7	81	2.5	77
0	0.03	1 6	100	4.5	96	4.4	92	4.2	88	4.1	85	4.0	81
+ 5	0.05	6.5	100	6.4	97	6.3	94	6.2	91	6.0	88	5.9	85
10	0 06	9.2	100	9.0	97	8.9	95	8.8	93	8.7	90	8.6	87
15	0.08	12.7	100	12.6	98	12.5	96	12.3	93	12.2	91	12.1	89
20	0.11	17.4	100	17.3	98	17.2	96	17.0	94	16.9	92	16.8	91
25	0.14	23.6	100	23 4	98	23.3	97	23.2	95	23.0	93	22.9	92
30	0.18	31.6	100	31.4	98	31.3	97	31.2	95	31.0	94	30.9	93
35	0.23	41.8	100	41.7	99	41.6	98	41 5	96	41.3	95	41.2	93
		1°2		1°4		1°6		1°8		2°0		2°2	
— 5	0.02	3 6	73	2.4	69	2.3	65	2.2	61	2.1	57	2.0	53
0	0 03	3.9	78	3.7	74	3.6	71	3.5	67	3.4	64	3.5	63
+ 5	0.05	5.8	66	5.7	79	5.6	77	5.5	74	5.3	71	5.2	69
10	0.06	8.4	72	8.3	83	8.2	80	8 1	78	8.0	76	7.8	74
15	0.08	11.3	76	11.9	85	11.7	83	11.6	81	11.5	80	11 4	78
20	0.11	16 7	79	16.5	87	16.4	86	16.3	84	16.2	82	16.0	81
25	0.14	22.8	81	22.7	89	22.6	87	22.4	86	22.3	84	22.2	83
30	0 19	30.8	83	30.7	90	30.6	89	30.4	87	30.3	86	30.2	84
35	0.23	41.1	84	40.9	91	40.5	89	40.7	88	40 6	87	40.4	86
		2°4		2°6		2°8		3°0		3°2		3°4	
— 5	0.02	1.9	50	1.8	46	1.7	43	1.6	40	1 5	36	1.4	33
0	0.03	3.2	58	3.1	55	2.9	52	2.8	50	2.7	47	2.6	44
+ 5	0.04	5.1	66	5.0	64	4.9	61	4.7	59	4.6	57	4.5	55
10	0.06	7.7	72	7.6	70	7 5	68	7.3	66	7.2	64	7.1	62
15	0.08	11.2	76	11.1	76	11.0	72	10.8	71	10.8	69	10.6	67
20	0.10	13.9	79	15.8	77	15.7	76	15.6	74	15.4	73	15.3	72
25	0.14	22.1	81	21 9	80	21.8	79	21.7	77	21.6	76	21.4	75
30	0.19	30.0	83	29.9	82	29.8	81	29 7	79	29.6	78	29.4	77
35	0.23	40.3	84	40.2	83	40.1	82	39.9	81	39.8	80	39.7	79

Tablas sicrométricas para una altura B. de 755 m/m

TERMÓMETRO HÚMEDO	Aumento de la presión del vapor por cada 0°1.	DIFERENCIA ENTRE LOS TERMÓMETROS DE DEPÓSITO *SECO* Y *HÚMEDO*											
		3°6		3°8		4°0		4°2		4°4		4°6	
		Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H R.	Presión de vapor	H. R	Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R.
— 5	0.03	2.5	30	1 2	27	1.0	24	0.2	22	0.8	19	0.7	16
0	0.03	2.5	41	2.3	39	2.2	36	2.1	34	2.0	37	1.9	29
+ 5	0.05	4.4	52	4.3	50	4.1	48	4.0	46	3 9	44	3 8	42
10	0.06	7.0	60	6 9	58	6.7	57	6 6	55	6.5	53	6.4	52
15	0.08	10·5	66	10.4	64	10.3	63	10.1	61	10.0	60	9.9	58
20	0.11	15.2	70	15.1	69	14.9	67	14.8	66	14.7	65	14.6	63
25	0.14	29.3	73	21.2	72	21.1	71	20.9	70	20.8	68	20.7	67
30	0 18	29.3	76	29 2	75	29.0	73	28.9	72	28.8	71	28.7	70
35	0.23	39.6	78	39.4	77	39.3	76	39.2	74	39.1	73	38.9	72
		4°8		5°0		5°2		5°4		5°6		5°8	
— 5	0.02	0.6	14	0.5	11	0.4	9	0.3	7	0.2	4	0.1	2
0	0.03	1.7	27	1.6	25	1.5	23	1.4	21	1.3	19	1.1	17
+ 5	0.05	3.7	40	3.5	39	3.4	37	3.3	35	3.2	33	3.1	32
10	0.06	6.3	50	6.1	48	6 0	47	5 9	45	5.8	44	5.7	42
15	0 08	9.8	57	9.7	55	9.5	54	9.4	53	9.3	51	9.2	50
20	0.11	14.4	62	14.3	61	14.2	60	14.1	58	13.9	57	13.8	56
25	0.14	20.6	66	20.5	65	20.3	64	20.2	62	20.1	62	20.0	60
30	0.19	28.5	69	28.4	68	28.3	67	28.2	66	28.0	65	27.9	64
35	0.23	38.8	71	38.7	70	38.6	70	38.4	69	38.3	68	38.2	67
		6°0		6°2		6°4		6°6		6°8		7°0	
— 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	0.03	1.0	95	0.9	13	0.8	11	0.7	9	0 6	8	0.4	6
+ 5	0 05	2.9	30	2.8	28	2.7	27	2 5	25	2.5	24	2 3	22
10	0.06	5.5	41	5.4	40	5 3	38	5.2	37	5.1	35	4.9	34
15	0.08	9.0	45	8.9	48	8.8	46	8.7	45	8.6	44	3.4	43
20	0.11	13.7	55	13.6	54	13.5	53	13.3	52	13.2	50	13.1	49
25	0.14	19 8	59	19.7	58	19.6	57	19.5	56	19.3	55	19.2	54
30	0.19	27.8	63	27.7	62	27.5	61	27.4	60	27.3	59	27.2	58
35	0 22	38.0	66	37.9	65	37.8	64	37 7	63	37.5	62	37.4	62

Tablas sicrométricas para una altura B. de 755 m/m.

TERMÓMETRO HÚMEDO	Aumento de la presión del vapor por cada 0°1.	DIFERENCIA ENTRE EL TERMÓMETRO DE DEPÓSITO *SECO* Y EL *HÚMEDO*											
		7°2		7°4		7°6		7°8		8°0		8°2	
		Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R,	Presión de vapor	H. R.	Presión de vapor	H. R,	Presión de vapor	H. R.
5	0.03	0.3	4	0.2	3	0.1	1	0.3	4	0.2	2	0 1	1
5	0.05	2.2	21	2.1	19	2.0	18	1.9	17	1.7	16	1.6	14
10	0.06	4.8	33	4.7	32	4.6	30	4 4	29	4.3	28	4 2	27
15	0.08	8.3	42	8.2	41	8.1	40	7.9	39	7.8	37	7.7	36
20	0.11	13.0	48	12.8	47	12.7	46	12.6	45	12 5	44	12.4	43
25	0.14	19.1	53	19.0	52	18 8	52	18.7	51	18.6	50	18 5	49
30	0.19	27 0	57	26.9	56	26.8	55	26.7	55	26.5	54	26.4	53
35	0.23	37.3	61	37.2	60	37.0	59	36 9	58	36.8	57	36.7	56
		8°4		8°6		8°8		9°0		9°2		9°4	
0	0.00	0.5	—	—	—	-	—	—	—	—	—	—	—
5	0.04	1.5	13	1.4	12	1.3	11	1.1	10	1.0	8	0.9	7
10	0.06	4 1	26	4.0	25	3.8	24	3.7	23	3.6	22	3.5	21
15	0.08	7.6	35	7.5	34	7 3	33	7.2	33	7.1	32	7.0	31
20	0.11	12.2	43	12.1	42	13.0	41	11 9	40	11.7	39	11.6	38
25	0.14	18.3	48	15.2	47	18 1	46	18.0	45	17.9	45	17.7	44
30	0.19	26 3	52	26.2	51	26.0	51	25.9	50	25.8	49	25 7	48
35	0.22	36.5	56	36.4	55	36.3	54	36.2	53	36.0	52	35.9	52
		9°6		9°8		10°0		10°2		10°4		10°6	
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0.04	0.8	6	0.7	5	0.5	4	0.4	3	0.3	2	0.2	1
10	0.06	3.4	20	3.2	19	3.1	18	3.0	17	2.9	16	2.8	15
15	0.08	6.8	30	6 7	29	6.6	28	6 5	27	6.4	26	6.2	26
20	0.11	11.5	37	11.4	36	11.2	36	11.1	35	11.0	34	10.9	33
25	0.14	17 6	43	17.5	42	17.4	42	17.2	41	17.1	40	17.0	39
30	0.18	25.5	48	25.4	47	25.3	46	25.2	46	25 0	45	24.9	44
35	0.22	35 8	51	35.6	50	35.5	50	35.4	49	35.8	48	35.1	48

CAPITULO VI

El viento

SUMARIO. — 49. Causas. — 50. Características. — 51. Vientos constantes, periódicos e irregulares. Alisios, contra-alisios, monzones, brisas.— 52. Idea de la circulación general atmosférica. Depresiones polares de orígen mecánico. Depresiones ecuatoriales de orígen térmico. Máximos oceánicos de separación. — 53. Como se mide el viento. — 54. Dirección del viento. Determinación de la Meridiana: rosa de los vientos.—55. Veleta. — 56. Fuerza del viento. Escala terrestre. Escala Beaufort y su equivalencia métrica. — 57. Anemómetros.—58. Anemómetro Wild.—59. Velocidad y presión del viento.

49. — *Causas.* Las diferencias de temperatura entre dos puntos que se traducen en diferencias de densidad del aire y, por tanto, de presión, son las causas no únicas pero principales de los movimientos atmosféricos. Así como la comunicación establecida entre dos depósitos hace que el líquido se mueva del más alto al más bajo con una velocidad que guarda relación con la distancia entre los depósitos y la diferencia de nivel; así también el aire se desliza desde un punto donde la presión es más elevada hacia otro de presión más baja, y la velocidad de su desplazamiento será, en general, tanto mayor cuanto menor la distancia que separa los dos puntos y mayor la diferencia barométrica.

50. — *Características.* Una observación al alcance de todos demuestra que raras veces el viento sopla parejo durante un tiempo apreciable: en general lo hace por ráfagas, por golpes. La velocidad se exalta durante algunos momentos, decae y vuelve a elevarse; fenómeno que se explica por el encuentro de obstáculos y resistencias en la marcha del viento así como de corrientes de distinta dirección tan comunes en el seno de la atmósfera. Una representación gráfica de la marcha del viento la tendríamos en los dientes de una sierra, siempre que se prescindiera de la regularidad de su distribución y altura a lo largo de la cinta de acero.

Esta irregularidad es mayor en la superficie del suelo, donde las resistencias son más numerosas y variadas; menos sobre los océanos que sobre los continentes.

Los vientos poseen características diferentes según su origen, velocidad, condiciones térmicas e higrométricas de los lugares que atraviesan, del sector de la perturbación donde se mueven, etc. Así, p. e., nuestros pamperos traen bajas sensibles de temperatura; muchos de sus saltos bruscos, tan característicos de nuestro clima en toda la extensión de nuestro territorio, son provocados por la entrada de vientos del tercer cuadrante. La brisa del mar, que en el Observatorio del Prado y en la época calurosa se entabla entre 12 h. y 13 h., produce durante algún tiempo una fuerte elevación del estado higrométrico que llega hasta 40 % en casos frecuentes (nariz higrométrica). Nuestros vientos del N, N N E y N E, sobre todo en los meses invernales, se caracterizan por temperaturas altas y cierta condición especial propia que trae enervamientos y desasosiego, bien conocidos y temidos.

51. — *Vientos constantes, periódicos e irregulares.* Tipos de vientos *constantes* son los *alisios* de los que nos ocuparemos en breve, y que soplan del S E. hacia el N W en el hemisferio austral con una velocidad de 8 m|s y del N E a S W en el hemisferio boreal con velocidad de 6 mts. También lo son los *contra alisios* o vientos superiores de retorno que partiendo del ecuador alcanzan las altas latitudes al estado de vientos del N W en el hemisferio Sur (véase: *Lanzamiento de globos pilotos en el Observatorio del Prado*) y del S W en el hemiferio Norte. Tipos de vientos *periódicos* son los monzones que en el Océano Indico, golfo de Bengala, mar de Omán y de la China; se llaman monzones de invierno cuando soplan del continente al mar con dirección de N E a S W (Octubre a Abril) y monzones de verano, muy violentos, cuando soplan del mar a los continentes (Abril a Octubre) con dirección de S W a N E sobre las costas meridionales de Asia y de S a N en las costas chinas.

Al mismo orden de vientos periódicos, aunque de campo más limitado, pertenecen las brisas de mar y tierra y sus complementarias corrientes de retorno, que tienen su origen en las diferencias térmicas, durante el día y durante la noche, de las capas atmosféricas en inmediato contacto con la tierra o con las aguas. Para el Observatorio del Prado la

brisa de tierra sopla del N o del N N E y la de mar del S E - E, haciéndose más sensible en la estación calurosa

Vientos *irregulares* son los que se correlacionan con las perturbaciones pasajeras de la atmósfera, sistemas anticiclónicos o ciclónicos, y que toman distintos nombres. De ellos nos ocuparemos en la III Parte.

52. — *Circulación general de la atmósfera.* La desigualdad con que la superficie terrestre absorbe y devuelve el calor solar y, como resultado de esa circunstancia, la desigualdad de calentamiento de las capas en contacto con el suelo: la distribución irregular de tierras y aguas, las diferentes modalidades físicas de las mismas, la naturaleza del suelo, la presencia o ausencia de vegetación, todo contribuye a explicar la gran variabilidad de los movimientos atmosféricos

Pero, dentro de esa modalidad se descubre un juego maravilloso y gigantesco de líneas de circulación, que es como el fundamento de la misma y la razón directa o indirecta de todos los demás movimientos. En las regiones comprendidas entre los trópicos, el rayo solar atraviesa verticalmente la atmósfera, al mismo tiempo que por esa razón, es mínima la absorción directa del calor. Las capas inferiores de gran capacidad higrométrica y que la violenta evaporación enriquece de vapor de agua, buen absorbedor del calor, se recalientan, se dilatan e inician un movimiento convecciónal ascendente, llevando consigo una parte del calor recibido que ceden poco a poco a medida que se elevan.

La rarefacción del aire en las regiones ecuatoriales provocada por el hecho que acabamos de describir, tiene como consecuencia el aflujo de aire desde las regiones de más altas latitudes hacia esa depresión ecuatorial: aflujo que se produciría paralelamente a los meridianos en forma de corrientes del Sur en el hemisferio Sur y del Norte en el hemisferio Septentrional, si la tierra no estuviese dotada de movimiento de rotación. Este movimiento, cuya velocidad es máxima (mt. 465 por segundo) en el punto más alejado del eje de rotación y nula en los polos, es un de los factores fundamentales de la forma ciclónica de las perturbaciones atmosféricas, y desvía las corrientes hacia la izquierda en el hemisferio Sur y hacia la

derecha en el hemisferio Norte (Ley de Ferrel) hasta transformarlas en vientos del Sureste o Este - Sureste en nuestro hemisferio y del Noreste o Este - Noreste en el otro, separados por una zona de calmas ecuatoriales que oscila durante el año hacia el Norte o hacia el Sur acompañando al sol en su movimiento aparente a uno y a otro lado del Ecuador.

El conocimiento exacto relativo a la marcha de estos vientos permanentes, los alisios, sus características, su aprovechamiento en la navegación a vela que pudo reducir así en un 50 % la duración de las grandes travesías, se debe al norteamericano Maury que hacia mediados del siglo pasado los hizo objeto de estudios e investaciones verdaderamente geniales.

Contra - alisios o corrientes de retorno. Hemos visto que las altas temperaturas ecuatoriales provocan corrientes conveccionales que ascienden arrojándose luego a uno y otro lado del Ecuador hacia las regiones polares. ¿Cuál es su marcha, las modificaciones que sufren hasta volver a su punto de partida completando un ciclo inmenso y fecundo dentro del mecanismo atmosférico? Dejo por un momento la palabra al meteorologista francés Alfonso Berget, que lo explica en forma tan clara como suscinta.

Después de haberse elevado hasta las capas superiores donde se enfrían por detención y donde, por consecuencia, aumentan de densidad, esas masas gaseosas vuelven a caer lentamente hacia el suelo, divergiendo hacia los polos donde reemplazarán el aire atraído hacia el ecuador para formar los alisios. Desviadas por la rotación terrestre, salen del Ecuador, para llegar a las altas latitudes como vientos del S. W en el H. Norte y N. W. en el H. Sur. Son los contra - alisios o corrientes de retorno cuya existencia se demuestra así por la dirección de los cirros, las nubes más elevadas de la atmósfera, como por el transporte de las cenizas volcánicas lanzadas hasta las altas capas al producirse las grandes erupciones tropicales.

Descendiendo siempre hacia la tierra a medida que avanzan hacia el Norte, desviados al mismo tiempo por la rotación del planeta (Ley de Ferrel), los contra - alisios acaban por

transformarse en vientos del Oeste una vez que se acercan a los círculos polares. Agregan entonces su propia velocidad a la de la rotación terrestre, y bajo la influencia de esa velocidad así aumentada, las moléculas de aire próximas a los polos sufren "una fuerza centrífuga" tendiente a apartarlas del eje de rotación de la tierra.

De esfe hecho resulta una rarefacción del aire alrededor de los polos, con "depresión" de origen mecánico, como la ecuatorial es de origen térmico. Existen, pues, alrededor de los polos y en el ecuador, dos mínimos de presión; y como todos los fenómenos de la naturaleza son continuos, necesariamente entre los dos mínimos debe intercalarse un máximo de presión. El cálculo y la observación nos enseñan que tales máximas de presión se manifiestan con persistencia sobre los cinco grandes océanos Norte y Sur, por los 30° de latitud, dando nacimiento a sistemas anticiclónicos permanentes, donde los vientos se confunden tangencialmente con los alisios al norte y al sur del Ecuador, y con los contra-alisios de retorno en las altas latitudes.

Y así, el régimen regular de los alisios no será perturbado más que por la proximidad de las tierras muy cálidas, como el Indostán, las costas de Guinea, Australia en Enero y Febrero. En esos casos los alisios son desviados de su dirección ordinaria para soplar hacia las tierras convirtiéndose en monzones.

53. — *Cómo se mide el viento.* Los elementos de estudio de este meteoro son la *dirección* y la *velocidad* o fuerza, que se obtienen por medio del anemoscopio y del anemómetro.

54. — *Dirección del viento.* Así el anemoscopio como el anemómetro (cuya descripción damos más abajo) deben colocarse en lugares elevados, por encima de edificios, árboles, etc., que puedan ser obstáculos a la marcha libre del viento. Escogido el lugar apropiado, se procede a la determinación de los puntos cardinales en una de las tres formas siguientes.

Disponiendo de una brújula, se obtiene el norte magnético, que en nuestro país queda algo al Este (aproximadamente tres grados) del Norte verdadero, al que debe reducirse.

Buenos resultados, para nuestro objeto, da también el método del gnomón que describimos.

1.° Disponiendo de una mesa o de un retablo de madera que mida por lo menos mt. 0.70 × 0.70, lo colocaremos en el lugar escogido, nivelándolo con cuidado y asegurándonos que esté bien bien fijo y no pueda moverse ni desnivelarse durante las operaciones.

2.° En el centro de la superficie nivelada se fijará, cuidando de que resulte perfectamente vertical, una delgada varilla cilíndrica de unos venticinco centímetros de largo, terminando preferiblemente con una pequeña esferilla en lugar de terminar en punta.

3.° Tomando como centro el eje de la varilla, se trazará cierto número de círculos concéntricos a distancia de dos o tres centímetro uno de otro.

4.° En cualquier día sereno, pero con preferencia en proximidad de los solsticios, (21 de Junio a 21 de Diciembre), se emprenderán las observaciones para la determinación de la meridiana en la siguiente forma.

Desde las primeras horas del Sol, se vigilará la sombra proyectada por la varilla y que irá acortándose poco a poco desde la salida del Sol hasta que la extremidad de la sombra coincida con un punto del círculo exterior, señalándose ese punto con una cruz. Sucesivamente la extremidad de la sombra alcanzará los demás círculos, debiéndose marcar con toda exactitud los puntos de contacto.

Una vez que el sol haya pasado por el meridiano, la sombra se inclinará alargándose en sentido contrario y alcanzará sucesivamente los círculos en orden descendente. Se vigilará con toda diligencia los contactos con los círculos, señalándolos como por la mañana.

5.° Ya tenemos a nuestra disposición los elementos necesarios para determinar la línea meridiana con excelente resultado, si se tomaron las precauciones indicadas más arriba. A la determinación se procede así:

Se toman por parejas los puntos de contacto de cada círculo, mañana y tarde, y se unen por una línea recta (cuerda), cuyo centro se determina. Se obtendrá así una línea de puntos que, de ser perfecta la operación, los contendría todos. Mas como, en general, se cometen por distintas causas pequeños

errores en la determinación, la meridiana se trazará siguiendo la línea media de los mismos compensando así los pequeños errores.

Rosa de los vientos. La determinación exacta del Norte hace posible el trazado o determinación de las demás direcciones. Si la circunferencia se divide en ocho partes, tendremos:

Norte	que	se	abrevia	así:	N.
Noroeste	»	»	»	»	NW.
Oeste	»	»	»	»	W.
Suroeste	»	»	»	»	SW.
Sur	»	»	»	»	S.
Sureste	»	»	»	»	SE.
Este	»	»	»	»	E.
Noreste	»	»	»	»	NE.

Si se emplea la división de 16 vientos, se intercalará entre el Norte y Noroeste el NNW (Nornoroeste); entre el NW y el W el WNW (oeste noroeste), etc.

Hay casos en que conviene expresar la dirección en grados de azimut. Siendo 0° el Norte, el E equivaldría a 90° (cerrando el I cuadrante), el Sur a 180° (II cuadrante) el W 270° (III cuadrante); los últimos 90° formarán el IV cuadrante.

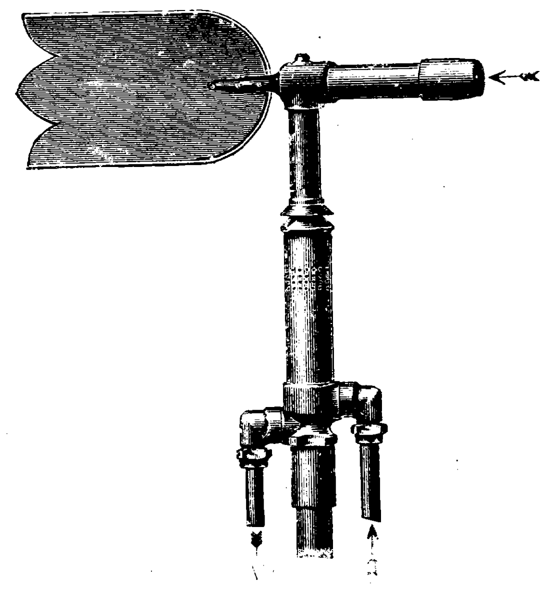
55. — *Veleta.* La dirección del viento se determina por una veleta o una cinta de género de unos cincuenta centímetros de largo por dos o tres de ancho. La veleta está formada por una lámina metálica doblada en V, equilibrándola en el extremo opuesto un contrapeso - flecha. Debe ser sensible sin llegar a ese extremo de movilidad que dificulta una buena observación tanto como una veleta perezosa.

Como el viento raramente sopla con una dirección constante sino oscila alrededor de una posición media, el observador se esforzará en conseguir este último resultado no dejándose llevar por las direcciones momentáneas.

Existen aparatos que indican sobre un cuadrante o registran sobre una faja la dirección del viento y todos sus cambios. Se los conoce con el nombre de *anemoscopios.*

55. — *Determinación de la fuerza del viento sin auxilio de aparatos.* Cuando no se dispone de aparatos, la apreciación

de la fuerza del viento se hará conforme a las indicaciones de la escala terrestre o a la de Beaufort, no olvidando de



Anemómetro Dynes

indicar la escala de que se hace uso. Podrán evitarse confusiones traduciendo los grados de la escala en metros por segundo (m|s), para lo cual damos la equivalencia.

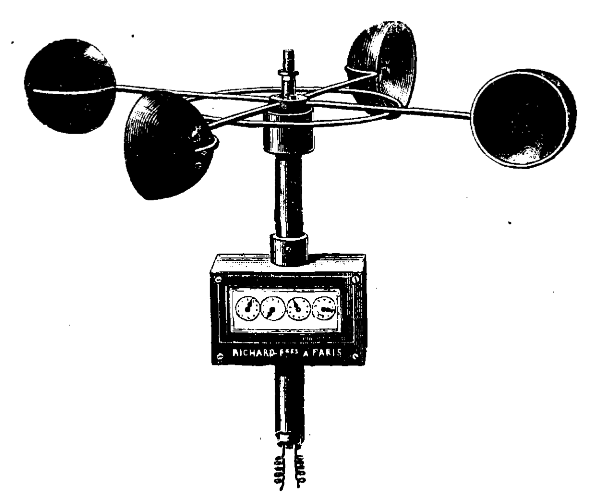
Escala terrestre de la fuerza del viento

Grados	Designación	Efectos producidos por el viento
0	Calma	El humo se eleva verticalmente.
1	Débil	El humo se desvía lentamente de la vertical. Sensible a las manos y a la cara. Mueve las pequeñas hojas.
2	Moderado	Hace ondular una bandera. Agita las hojas y las ramas pequeñas.
3	Algo fuerte	Agita las ramas gruesas de los árboles.
4	Fuerte	Dobla las ramas grandes y los pequeños troncos
5	Violento	Sacude violentamente todos los árboles. Desgaja las pequeñas ramas.
6	Huracán	Voltea chimeneas; arranca techos; rompe o desarraiga árboles.

Equivalencia de escalas

Escala terrestre	Escala Beaufort	Velocidad en metros por segundo
0 Calma	0 Calma	De 0m a 0m.3
	1 Casi calma	» 0 3 » 0.5
1 Débil	2 Brisa ligera	» 1.6 » 3.3
	3 Pequeña brisa	» 3.4 » 5.4
2 Moderado	4 Débil brisa	» 5.5 » 7.9
	5 Buena brisa	» 8.0 » 10.7
3 Algo fuerte	6 Viento bastante fresco	» 10.8 » 13.8
	7 Muy fresco	» 13.9 » 17.1
4 Fuerte	8 Pequeño golpe de viento	» 17.2 » 20.7
	9 Golpe de viento	» 20 8 » 24.4
5 Violento	10 Fuerte golpe	» 24.5 » 28.4
	11 Tempestad	» 28.5 » 33.5
6 Huracán	12 Huracán	» más de 33.5

57. — *Anemómetros.* Comúnmente están constituídos por un molinete de Robinson de cuatro brazos iguales perpen-



Anemómetro totalizador

diculares entre sí, que rotan alrededor de un eje vertical en un plano horizontal y están munidos en su extremidad libre de una copa hemisférica, que vuelve su concavidad

según el mismo sentido de giro. Esta disposición hace que. sea cual fuere la dirección del viento, el molinete gire siempre en una sola dirección. El eje del molinete, también giratorio como él, termina en la parte inferior en un tornillo sin fin que comunica el movimiento de rotación del molinete a un sistema de ruedas dentadas que avanzan la amplitud angular de un diente por cada una, diez, cien vueltas del molinete, respectivamente, indicando así el número total de vueltas o giros del molinete en un período dado de tiempo. Si conocemos la longitud de los brazos desde el centro de la copa al centro del eje y el número de vueltas en un tiempo dado, determinaremos la velocidad del viento multiplicando la velocidad de rotación de las copas por un coeficiente cuyo valor suele estimarse en 2.8, pero que de un instrumento a otro y de una a otra velocidad puede fluctuar entre 2.4 y 3.2.

Así, p. e., en un anemómetro cuyos brazos tengan 0m.45 y que haya dado 5.200 giros en una hora, tendríamos:

$$0\text{ m. }45 \times 3.1416 \times 5.200 \text{ giros} \times 2.8 = \text{klm. } 20.6$$

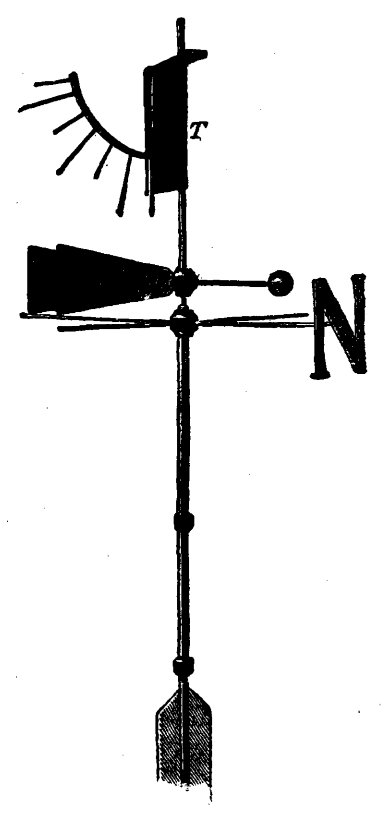
Generalmente en los anemómetros el sistema de ruedas dentadas está calculado para dar directamente la velocidad del viento.

Importa observar que aún cuidando mucho la buena conservación del aparato; reponiendo las piezas en cuanto se note desgaste (sin que éste llegue a proporciones que modificarían sus condiciones fundamentales), los anemómetros difícilmente conservan el mismo coeficiente de corrección, ni éste es igual para distintas velocidades, ni para dos instrumentos distintos aunque sean similares.

Además, observa justamente De Marchi, hay que considerar que el instrumento funciona como el volante de una máquina, manteniendo por inercia el movimiento ya adquirido y, por tanto, impidiendo toda variación súbita de velocidad, de tal modo que el viento aparece representando como un flujo continuo, cuando en realidad es una rápida sucesión de sacudidas de muy diversa intensidad, separadas por momentos de calma absoluta o relativa.

Un buen control anemométrico no es cosa fácil, ni conocemos instrumentos o métodos de control que den resultados absolutos.

58. — *Anemómetro Wild - Fuess.* Indica la dirección del



Anemómetro Wild

viento por una veleta ordinaria y su fuerza por medio de una chapa metálica rectangular que se mueve libremente sobre un eje horizontal y que bajo el impulso del viento al que es mantenida de frente por la veleta, se eleva más o menos a lo largo de una escala señalada por ocho punteros. Estos tienen la siguiente equivalencia en metros

Punteros del Anemómetro Wild	Metros por segundo
1	0
2	2
3	4
4	6
5	8
6	10
7	14
8	20

En caso de vientos que excedan el límite de la escala, se dejará constancia de ello en los registros.

59. — *La presión del viento.* Se ha tratado de apreciar la acción dinámica del viento por la presión en kilogramos que el viento ejerce sobre una superficie normal al mismo. Pero también se lucha con dificultades numerosas y serias. Así, p. e., para un mismo viento tendremos menos presión sobre una superficie convexa, mayor para una superfie cóncava si las relacionamos con la presión ejercida sobre una superficie plana.

Otra dificultad consiste en mantener exactamente y en todo momento normal al viento la superficie receptora.

Se han ideado aparatos donde la presión del viento se mide por un resorte. En otros se la estima por una columna líquida que puede equilibrarla. Los resultados, aunque defectuosos y mal comparables entre sí de un aparato a otro, permiten llegar a la conclusión general y aproximada de que al aumentar la velocidad del viento al doble, al triple, etc., la presión aumentaría cuatro, nueve veces, etc.

Medidas de mayor exactitud, dan el coeficiente de 0.125 kilogramos por un metro cuadrado de superficie normal al viento y la velocidad de 1 m|s (Gerosa).

P. e. Un viento de 22 m|s, tendría una presión de k. 60.5 por metro cuadrado

$$22 \times 22 = 484$$

$$484 \times 0.125 = \text{Kg. } 60.5 \text{ p. m.}^2$$

Un viento de 150 km/h. o sea 41 m. 7 por segundo, ejercería una presión de 217 kg. por m.², y la de 278 kg. si llegase 170 km/h. Los efectos deberían ser enormemente destructores.

CAPITULO VII

Evaporación

SUMARIO.—60. Definición.—61. Leyes de la evaporación.—62. Como se mide. Dificultades que ofrece el problema. — 63. Evaporímetros: Tecnomasio de balanza, Piche, Angot, Morandi (de nivel constante).—64. Relación entre la lluvia y la evaporación. — 65. La evaporación en distintas condiciones de suelo y de cultivo.—66. La evaporación como causa de enfriamiento.

60. — *Evaporación.* El vapor de agua que la atmósfera contiene en proporciones muy variables de un momento a otro, de una altura a otra, de un lugar a otro, procede de los océanos, ríos, lagos; de toda superficie humedecida, animales y plantas, etc. y le llega por evaporación. Desígnase con este nombre la formación de vapores en la superficie de un líquido o de un objeto humedecido, a la temperatura ambiente. Ya nos ocupamos en otra parte de las propiedades del vapor de agua: reseñemos ahora las principales leyes que rigen la evaporación.

61. — *Leyes de la evaporación.* 1.° La evaporación se correlaciona con la temperatura. En paridad de las demás circunstancias, es tanto mayor, cuanto más elevada es la temperatura. Es por esta razón que la evaporación aumenta del polo al Ecuador y tiene su máximo en el Verano.

2.° *Se correlaciona con la presión atmosférica.* La Física nos enseña que en un tubo, donde se haya hecho el vacío, un líquido volátil se vaporiza instantaneamente. La presión del gas al que debe mezclarse el vapor, opone a la evaporación una resistencia que se mide por su presión.

3.° *La superficie evaporante también ejerce influencia* sobre ella en el sentido de que la evaporación es directamente proporcional a la superficie del espejo líquido evaporante.

4.° *En fin, depende del estado higrométrico* del aire superincumbente, siendo obvio que será nula si el aire (su recipiente natural) se halla saturado, es decir al completo del vapor que puede contener a una dada temperatura, y tanto mayor cuanto más lejos esté de la saturación (déficit higrométrico), que es la diferencia entre la cantidad de vapor contenida en un momento dado por el ambiente y el que podría contener a saturación.

En resumen: La velocidad de evaporación aumenta con la temperatura; es inversamente proporcional a la presión; directamente proporcional a la superficie evaporante y a la diferencia entre la tensión máxima del vapor y la tensión actual del vapor del aire inmediato. El viento la favorece obrando mecánicamente sobre las superficies líquidas y, sobre todo, renovando sobre ellas constantemente el aire.

62. — *Cómo se mide.* En la práctica, los experimentos hechos para determinar los valores de la evaporación y la influencia que sobre ella ejercen las distintas circunstancias atmosféricas, están lejos todavía de suministrar valores plenamente atendibles, por la dificultad de asimilar los procedimientos y aparatos de experimentación a los hechos de la naturaleza.

Si se trata de la evaporación de una masa líquida, los evaporímetros, evaporómetros, atmómetros o admidómetros (con todos estos nombres se conocen los aparatos destinados a medirla) suministran la evaporación de una masa de agua que, por ser muy pequeña, se halla sujeta toda ella a los efectos del calor exterior (estos efectos térmicos suelen ser desiguales en distintos aparatos y también, en momentos distintos, en un mismo aparato, afectando así la homogeneidad y, luego, la comparabilidad de los resultados); mientras en las masas evaporantes naturales (ríos, mares, lagos, etc.), la afectada es tan sólo la primera capa, substrayéndose el resto a la influencia del calor exterior.

Agréguese, como elemento de error, la influencia de las paredes del recipiente y, en fin, el hecho de que los vientos, sobre todo los pobres en humedad, renovando el aire sobre los evaporímetros, favorecen la evaporación; al contrario de

lo que sucede en las grandes superficies líquidas, donde por el contacto o proximidad continua con ellas, el aire llega pronto a poseer un coeficiente elevado y más constante de humedad exigiendo, por tal motivo, menor tributo de vapor de la superficie que recorre.

La dificultad crece cuando se trata de apreciar las condiciones de evaporación en un terreno, al que mal pueden referirse, en rigor, los datos anteriores.

Lo dicho, mientras explica los defectos de concordancia entre los datos suministrados por diferentes observadores, nos sugiere las siguientes consideraciones.

Mientras la Meteorología no disponga de un aparato que mejor contemple los distintos factores en juego en el fenómeno de la evaporación, lo más prudente será servirse de las observaciones atmométricas más para obtener indicaciones de relatividad que valores absolutos. De esas consideraciones se desprende también que sólo podremos obtener algún resultado práctico de la observación de este fenómeno, comparando datos obtenidos con igualdad de procedimiento y utilizando aparatos iguales.

63. — *Evaporímetros.* Los evaporímetros en uso consisten, en general, en pequeños vasos no porosos de paredes delgadas y superficie libre, en los que la evaporación se mide por la diferencia de nivel entre dos observaciones consecutivas. Suele emplearse para eso el tornillo micrométrico, como en el evaporímetro *Tecnomasio.*

En otros, el agua evaporada de una superficie líquida o de tierra de cultivo, se aprecia por peso directamente o por registración automática, como en el evaporímetro Richard de balanza.

Muy en uso en los Observatorios es el evaporímetro Piche, consistente en un tubo de vidrio graduado, lleno de agua destilada o de lluvia. Esta se evapora a través de un disco de papel secante que cierra su abertura, colocado en la extremidad inferior del tubo y que se le mantiene adherido por un pequeño resorte. El tubo está graduado teniendo en cuenta la superficie del disco evaporante. La significación del *milímetro* es la misma que en la medición de la lluvia. Un mi-

límetro de agua evaporada corresponde, pues, a un litro de agua por una superficie de 1^{m2}.

El aparato suele usarse al abrigo de la casilla donde el aire circula libremente sin que el viento lo zarandee. La diferencia en la altura del agua entre dos observaciones consecutivas da, en milímetros, la evaporación. Es conveniente renovar el agua cuando se han evaporado los dos tercios de su contenido. Renovada el agua, antes de tomar nota del punto de partida de la escala se espera unos minutos para que el disco de papel bouvard se sature.

Un estanque de varios metros de diámetro, casi a flor de tierra, expuesto en pleno descampado, por medio metro a lo menos de profundidad, cuyos bordes se eleven algo sobre el suelo, protegido por una red metálica contra los pájaros e insectos y defendido de las lluvias por un techo de vidrio ancho y amplio escalonado en forma de persiana, sería, al decir de Angot, un medio más apropiado para interesantes experimentos de evaporación. En este caso, para evitar errores procedentes del movimiento del agua bajo la acción del viento, aconsejamos hacer pescar la punta del tornillo micrométrico en un reductor de superficie. Es éste un pequeño cilindro de vidrio, hueco, de unos treinta centímetros de diámetro por quince de alto que comunica con la masa general de agua mediante una pequeña abertura en su extremidad inferior. Se sumerje en el agua debajo de la punta del tornillo, dejándolo aflorar dos o tres centímetros.

Vaporímetro Morandi de nivel constante. Partiendo del principio de que si se hace variar la masa de agua sujeta a la evaporación, cambian también sus condiciones térmicas y, por lo tanto, las de la evaporación que con ellas están estrechamente vinculadas, el autor ha ideado una sencilla disposición que permite reponer automáticamente el agua a medida que ésta se evapora.

Para obtener este resultado se unen por vasos comunicantes dos recipientes cilíndricos iguales, de grandes dimensiones (mt. 0.60 de diámetro) y que no difieren en nada de los vaporímetros comunes sino en el hecho de poseer doble pared que constituye una cámara aisladora. Uno de los recipien-

tes está cerrado por una tapa que sobrelleva un depósito cilíndrico de superficie X veces menor, comunicando con él por medio de una abertura cerrada con una válvula de precisión que obedece a un flotador rígido. La válvula está dispuesta en forma tal, que basta una leve diferencia en el nivel de la superficie líquida, donde descansa el flotador, (desnivel provocado por la evaporación de la superficie libre) para que la válvula se abra y deje escapar la pequeña cantidad de agua necesaria para restablecer el nivel primitivo en los dos recipientes iguales. El agua evaporada se mide por la cantidad cedida por el depósito de menor diámetro en relación con las superficies servidas.

Por un procedimiento análogo, puede medirse también la evaporación en una masa dada de tierra de cultivo que por capilaridad se conserva constantemente humedecida.

64. — *Relación entre la lluvia y la evaporación.* Sucede a menudo que el agua de evaporación resulta notablemente superior a la llovida. Así, por ejemplo, en Montevideo tenemos un total medio anual de lluvia de mm. 966.8 y la evaporación alcanza a mm. 1172.5. En Manmhrim por mm. 549 de lluvia se registraron mm. 2009 de evaporación. En Madrid mm. 549 por 1165. Téngase en cuenta entre otras consideraciones, para explicar un hecho que a veces toma proporciones verdaderamente notables (el año 1905 dió mm. 1390.3 de evaporación contra mm. 756.6 de lluvia), que los métodos de medición en los dos fenómenos están muy lejos de ser igualmente perfectos: recuérdese lo que se acaba de decir de los atmómetros. Obsérvese además:

1.° Que los vapores no se transforman siempre en lluvia en el mismo lugar de su producción y 2.°, que la lluvia no es sino una parte de la condensación del vapor atmosférico. La que se precipita bajo forma de rocío, niebla, escarcha etc., p. e., no suele tenerse en cuenta, y sin embargo no deja de ser importante.

65. — *La evaporación en distintas condiciones de suelo y de cultivo.* Es útil conocer, aunque sólo sea en resumen, los resultados obtenidos por autoridades en la materia relativamente a la evaporación del suelo y de los vegetales en distintas condiciones.

La evaporación que varía, según se dijo, con el clima, con la altura, con el nivel del mar, con la distancia del mismo, con las estaciones; varía también notablemente con la naturaleza del suelo y las condiciones de los cultivos. Sobre las laderas desnudas es más rápida e intensa, que en las praderas y en los campos. Es tanto menor cuanto más pobre de arcilla es el terreno. En bosques, cuyos suelos se conservan limpios de ramas y hojas, la evaporación resultó ser la mitad de la observada al aire libre. Schubler observó que la evaporación de las praderas es 2.2 veces mayor que la de una superficie líquida libre.

Ebermayer observó en un terreno saturado una evaporación de mm. 409 por año al aire libre y de 159 mm. en bosque de suelo limpio.

Los experimentos de Mathieu dan una evaporación hasta cinco veces mayor al aire libre que al abrigo del bosque; por lo que parece cosa cierta que las florestas conservan la humedad mucho más que los terrenos descubiertos, a pesar de la mayor superficie evaporante.

Con respecto a la relación que media entre la evaporación y la naturaleza del terreno, Schubler llegó a los siguientes resultados que sería interesante cotejar con mayores datos procedentes de experimentos locales.

TIERRAS	Agua evaporada en 4 horas a 18° C. De cien partes se evaporaron
Arcilla pura	31.9 °/o
Arcilla con 24 °/o de arena silicea	45 7 »
Arcilla con 40 °/o de arena silicea	52.0 »
Tierra arcillosa (11 °/o) . . .	34.9 »
Arena silicea.	88.4 »
Tierra silicea.	40.1 »
Humus.	20.5 »

El experimento de Schubler lo repetí en el Prado en Noviembre de 1916.

Las condiciones y los resultados fueron algo distintos, como se deduce del cuadro siguiente que deduzco de mis apuntes.

Se utilizaron para el caso recipientes de zinc de 27 centímetros de diámetro y 7 de profundidad, sumergidos casi totalmente en tierra. La observación se prolongó durante seis horas, de 10 h. a 16 h., al aire libre.

Las distintas tierras del experimento recibieron la misma cantidad de agua, que se virtió algo antes de iniciarlo dejando los recipientes tapados hasta el momento de empezarse la observación. Pesados antes y después de ésta, se obtuvieron las cifras siguientes:

TIERRAS	DE CIEN PARTES DE AGUA, EVAPORARON		
	Cielo nublado calmoso	Sereno algo ventoso	Seminublado seco SW fuerte
Arena silicea (Malvin) . .	72 %	89 %	33 %
Humus arcilloso (Prado) .	28 »	34 »	36 »
Arena y humus por partes iguales	38 »	40 »	41 »
Tierra arcillosa inmediata al humus (Prado) . . .	29 »	34 »	39 »

El poder evaporante de las plantas varía principalmente con relación a su textura, porosidad y superficie evaporante. Haberland calcula que pierden por evaporación (por hectárea) en la época de su crecimiento:

Trigo 1.179.920 kilogramos de agua. Avena 2.277.760 kilogramos. No se olvide, para dar significación a estas cifras, que (refiriéndonos a lo que pasa en nuestro clima y sólo por concepto de lluvia) la tierra recibe una contribución de poco menos de 1.000 litros de lluvia anual por metro cuadrado, o sea diez millones de litros (o de kilogramos) por hectárea y por año.

La evaporación como causa de enfriamiento. Los suelos húmedos e impermeables son fríos y lo son, fuera de otras circunstancias, también porque una parte notable del calor absorbido lo emplean en evaporar cierta cantidad del agua de que están embebidos. La Física nos enseña que la evaporación de un kilogramo de agua a 17° C. (aproximadamente la temperatura media anual de Montevideo) absorbe

una cantidad de calor capaz de elevar de un grado 583 kilogramos de agua. Si no interviene alguna fuente exterior de calor, esta evaporación se producirá a expensas del agua misma que se enfriará en proporción, enfriando a su vez el suelo que la contiene.

Todos conocemos los efectos de la evaporación como causa de enfriamiento. No es otra cosa la sensación de frío tan desagradable que experimentamos, sobre todo en la estación invernal, cuando nos exponemos a vientos fuertes y secos del 3.er cuadrante, mientras con sorpresa de muchos el termómetro seco señala temperaturas pasables.

La arcilla y todos los suelos impermeables, ofrecen abundante elemento de evaporación a los vientos y, por consiguiente, un motivo eficaz de enfriamiento. El hecho, que guarda estrecha relación con el desarrollo de la simiente y la acción vital de las raíces, debe tenerse en cuenta sobre todo en nuestro país, donde abundan los terrenos arcillosos y son frecuentes los vientos huracanados que recorren cientos y cientos de kilómetros sin encontrar obstáculos de consideración que aminoren su fuerza.

¿Qué medios emplearemos para contrarrestar este efecto perjudicial, para impedir o aminorar el retorno del agua a la atmósfera, causa del empobrecimiento higrométrico del suelo y de su enfriamiento? Todo lo que represente un abrigo, todo lo que reduzca la evaporación, debilite la fuerza del viento, impedirá el descenso térmico del suelo.

Repítase el siguiente experimento realizado varias veces por el autor. Escójanse dos parcelas iguales de terreno, sin vegetación, próximas una de otra, igualmente ubicadas en una parte llana, elevada y libre. Rodéese una de ellas con un cerco o tabique de ramas tupidas de un metro, más o menos, de altura. Déjese la otra completamente libre al juego de los vientos. En el centro de ambas parcelas, a la profundidad de pocos milímetros en el suelo y algo inclinado, colóquese un termómetro de bulbo cilíndrico. Hágase el experimento con preferencia en día ventoso y seco y después de haber humedecido por igual las dos parcelas, sin empa-

parlas. El resultado será el siguiente: desde el momento que la evaporación actúa enérgicamente, el termómetro de la parcela abrigada señalará una sensible diferencia en su favor. El autor en experimentos saltuarios, obtuvo así hasta 2.°2 C. de diferencia en días de primavera y en otras ocasiones, de 1.°4 a 1.°8 en el Otoño y el Invierno. En otro experimento, que por circunstancias fortuitas quedó incompleto, la diferencia pareció alcanzar los 4 °. Merecería repetirse la observación en distintas formas, con diferentes abrigos, tierras y cultivos.

Prestan también su utilidad en el sentido indicado, las piedras que se encuentran esparcidas en la superficie del suelo. Un experimento de Hall prueba que limpiando de piedras silíceas una parcela de terreno y distribuyéndolas sobre otra igual, inmediata (que contendría así el doble más de piedra que la normal del paraje) la madurez se produjo en la parcela recargada cuatro días antes que en el resto del campo mientras que en la limpia se retardó de una semana.

Se habrá observado que en el campo el pasto empieza a brotar más pronto en una tierra protegida por una capa de abono de establo, no muy húmedo, que la defiende contra la evaporación.

El drenage (saneamiento de un terreno) eliminando o reduciendo el elemento evaporante, debe elevar simultáneamente la temperatura del terreno y de las capas de aire en su inmediato contacto.

CAPITULO VIII

Hidrometeoros

SUMARIO.—66. Consideraciones generales sobre la condensación del vapor de agua.—67. Niebla: constitución.—Neblina, girones, cerrazón, niebla de las ciudades, nieblas secas. Transparencia del aire. — 68. Nubes: constitución, clasificación. — 69/70. Nebulosidad. Estado del cielo.—71. Dirección de las nubes. — 72. Lluvia: causas y constitución. 73. Clasificación de las lluvias.—74. Como se mide. Pluviómetros y pluviógrafos.—75. Instalación de un pluviómetro y normas par su observación.—76. Nieve.

66. — *Consideraciones generales sobre la condensación del vapor.* La condensación del vapor de agua atmosférico, que da lugar a los hidrometeoros, se debe en rigor a una sola causa: el enfriamiento, que hace descender la temperatura de un ambiente al grado de saturación del vapor contenido en él.

Se ha demostrado, sin embargo, que la condensación del vapor no se produce, ni aún en caso de sobresaturación, si el aire está desprovisto de impurezas que le sirvan de núcleo de condensación.

En determinadas condiciones, la yonización del aire puede suplir la acción de las impurezas para los efectos de la condensación.

67. — *Niebla.* Nieblas y nubes bajas no difieren substancialmente: las dos están constituídas por gotitas de agua. Cuando el vapor de agua se condensa en una capa de aire próxima a la superficie, se produce la niebla, formada no ya por vescículas llenas de vapor de agua que las mantendría en suspensión por su menor densidad con respecto a la del aire, sino por esferillas macizas de diámetro variable entre mm. 0.127 y 0.006.

Las gotitas de la niebla lo mismo que las de las nubes bajas, no flotan en el aire, propiamente hablando: la pequeñez de su diámetro hace que la resistencia del aire se ejerza sobre ellas con más eficacia que sobre las gotas más gruesas. Su tendencia es a caer lenta pero continuamente en virtud de la gravedad, ni más ni menos que la lluvia. Basta,

sin embargo, una leve corriente horizontal o vertical para arrastrarlas o tenerlas en suspenso.

Puede producirse la niebla al paso de una corriente muy húmeda por encima de una superficie fría o al penetrar el vapor a una capa atmosférica de más baja temperatura (nieblas de los ríos, lagos, pantanos, etc.).

El tamaño de las gotas y su cantidad dependería del número de los núcleos. Si éstos abundaren en la atmósfera, abundarán también las gotas, pero serán menudas por una subdivisión del material higrométrico. Si escasean, será más abundante la condensación alrededor de cada núcleo pero menor el número de gotas. Muy probablemente tendremos niebla en el primer caso y lluvia en el segundo.

La fusión en una de varias gotitas pequeñas de la niebla bajo la acción del viento o de vibraciones poderosas, podría dar lugar a lluvia; y hasta podría darse el caso de una curiosa simultaneidad de los dos fenómenos (niebla y lluvia) como el observado por el autor en el Observatorio del Prado el día 8 de Junio de 1914.

Son gradaciones o modalidades del fenómeno los girones de niebla, la neblina y la cerrazón.

La *neblina* es una niebla general bastante transparente; permite la visibilidad de los objetos a distancia, pero como envueltos en velos.

Se llaman *girones de niebla* los que suelen formarse en capas delgadas sobre manchas arbóreas o alrededor de las copas de los árboles, o envolviendo las cumbres o picos de las sierras, y que al aparecer el sol o levantarse viento, se elevan o se dispersan.

La *cerrazón* es una niebla general muy densa que hace invisibles los objetos aún a pequeña distancia del observador.

Nieblas de las ciudades. Las ciudades muy populosas y, sobre todo, muy fabriles, ofrecen el fenómeno de las así llamadas *nieblas de las ciudades,* cuya observación se practicó durante algunos años en Montevideo, siendo el punto de observación la torre del Observatorio del Prado.

El fenómeno puede resumirse así para la ciudad de Londres, donde es típico. Al aclarar el día una niebla blanca.

que nada tiene de particular, cubre toda la ciudad. Poco después se encienden más de dos millones de fuegos y la atmósfera se carga de una enorme cantidad de humo, es decir de gases puestos en libertad por la combustión y que arrastran consigo cenizas y partículas de carbón (hollín). Estas partículas, dotadas de un fuerte poder de irradiación, enfriándose rápidamente, a temperaturas más bajas que las del aire ambiente, se recubren de las gotitas de agua preexistentes (niebla blanca) y provocan nuevas condensaciones, mientras obstaculizan la penetración de los rayos solares.

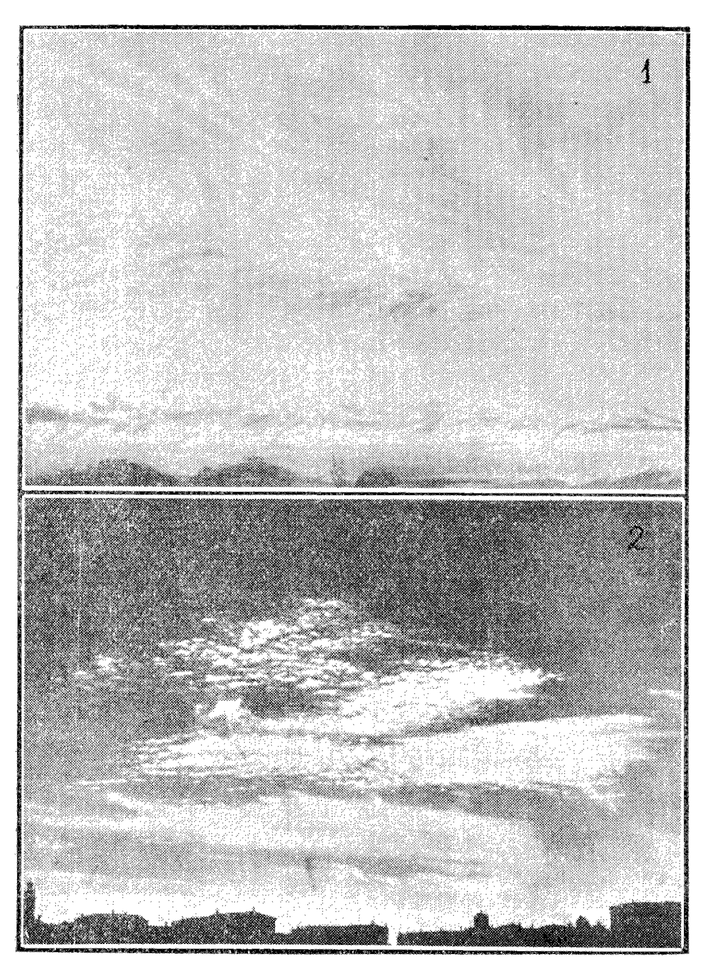
Las observaciones locales, a que hicimos referencia más arriba, prueban que a menudo, sobre todo en los meses fríos, se da el caso de que hasta el último girón de niebla haya desaparecido en todo el horizonte abarcado desde la torre del Observatorio del Prado, cuando todavía se tiende sobre parte de la ciudad una capa más o menos densa y alta de niebla de un agrisado sucio o amarillento que se ha visto persistir hasta las horas centrales del día.

Nieblas secas. A veces, sobre todo durante el buen tiempo, el horizonte se vuelve caliginoso y los objetos se ofrecen como envueltos en una tenue gasa de color gris o amarilloso. En algunos casos el fenómeno adquiere tal intensidad, que hace muy díficil o anula por completo la visión de los objetos lejanos, de clara y fácil visión en las condiciones atmosféricas normales. No debe confundirse este fenómeno, al que se ha dado el nombre de niebla seca, con la niebla propiamente dicha: con él nada tiene que ver el vapor de agua. Aunque los meteorologistas no están todavía de acuerdo sobre las causas que lo provocan, parece probado que las impurezas atmosféricas desempeñan en su formación un papel importante.

Transparencia del aire. Con la niebla y la bruma se relaciona un fenómeno importante cuyo estudio debería merecer mayor atención de los meteorologistas: nos referimos a la transparencia del aire. Observaciones saltuarias efectuadas por el autor parecerían demostrar que las referencias tradicionales a la hermosura del cielo uruguayo tienen me-

nos fundamento en el valor de su nebulosidad, bastante elevado, que en la notable transparencia de su atmósfera.

68. — *Nubes.* La condensación del vapor atmósferico en

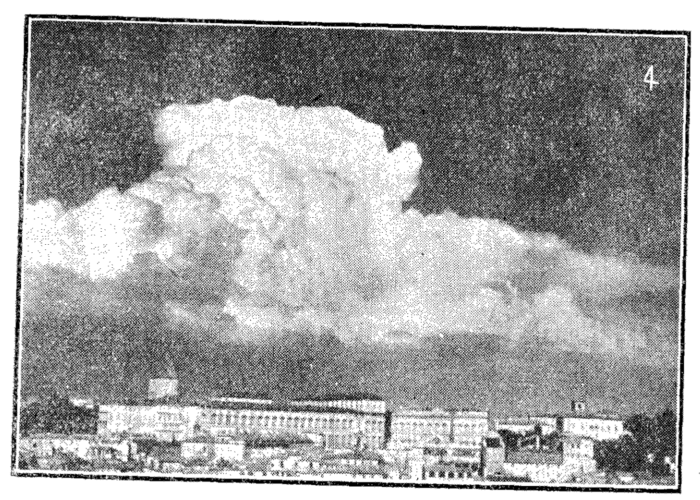


1. Cirros (Tracto-cirrus pennatus). — 2. Cirro-cúmulus

esferillas de muy pequeño diámetro o su precipitación en cristales de hielo, da lugar a la formación de las nubes. Su forma depende de su estructura y ésta de la temperatura ambiente.

Sin embargo para su estudio se ha empleado a menudo una clasificación que prescinde de su constitución. De acuerdo





3. Alto-cumulus, — 4. Cumulus (compositus)

con ella las nubes pueden agruparse en dos grandes divisiones:

1.° Nubes de formas redondeadas (cirrus, cirrocúmulos, es-

trato - cúmulos, alto - cúmulus y cúmulus). 2.° Nubes extendidas o en velos (cirro estratus, alto - estratus, nimbus y cúmulo - nimbus). En esta división el estratus se considera aparte.

También, y con preferencia, se emplea la división en Nubes altas, medianas y bajas, que pasamos a detallar.

Nubes altas. Superiores a los 9.000 metros, probablemente con límite a los 12 - 14.000 mt.; asientos de los halos, perihelios, etc.).

1.° *Cirrus.* (Ci) Nubes de un blanco uniforme, no sombreadas, de formas filamentosas o de estructura fibrosa. A veces las bandas atraviesan el cielo de horizonte a horizonte diametralmente: cuando varias se agrupan, por un efecto de óptica parecen converger en un punto del horizonte, que señala útilmente la demora del centro lejano de depresión. También afectan a menudo la forma de plumas, pinceles, penachos, cola de caballo. Están formadas por agujas de hielo.

2.° *Cirro - estratus.* (Ci - St.) Velo sutil blanquecino que da al cielo un aspecto lechoso. Se distingue más o menos su estructura fibrosa. Igual constitución que las anteriores.

Nubes intermediarias. (De 4.000 a 7 - 9.000 mt.) Su constitución es de copos de nieve.

3.° *Cirro cúmulus.* (Ci - Cu.) En forma de pequeños algodones blancos, sin sombras, dispuestos por grupos o tendidos en fila. Se los conoce por cielo aborregado, cielo empedrado, etc.

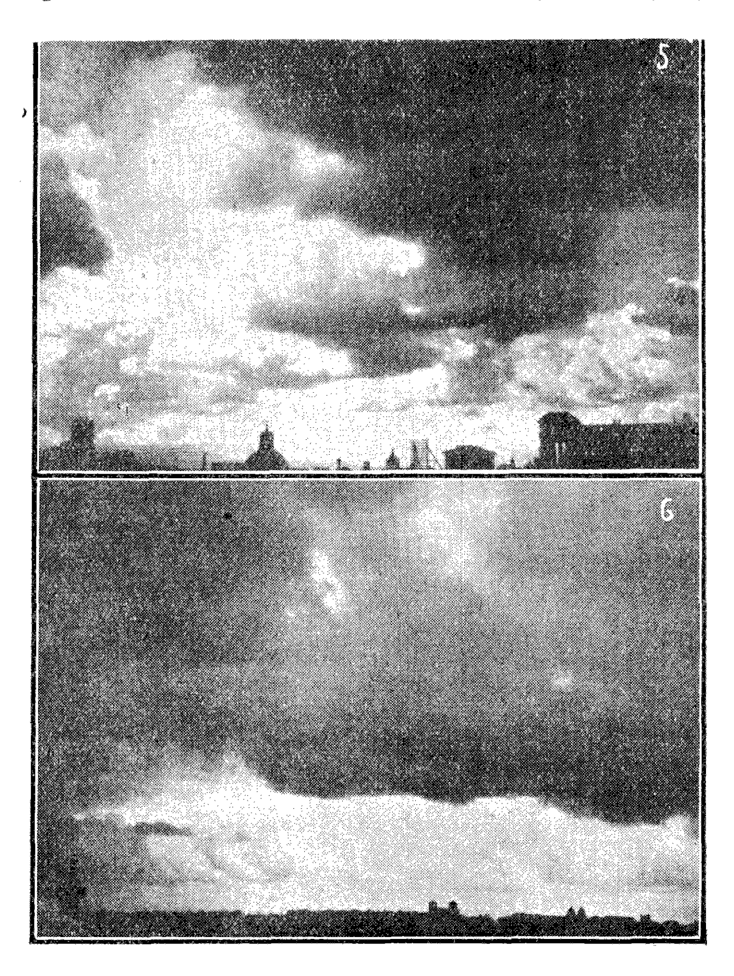
4.° *Alto cúmulus.* (A. - Cu.) También en forma de algodones, pero de mayores dimensiones y sombreados. Apiñados, hasta tocarse sus bordes. Afectan, a veces, la forma mamelonar.

5.° *Alto stratus.* (A. - St.) Velo espeso de color gris o azulado que sin producir halos o coronas, ni anillos coloreados, se muestra más brillante en la dirección del sol o de la luna.

Nubes inferiores. (De 1.000 - 1.500 a 3 - 4.000 mt.) Formadas por pequeñas gotas de agua.

6.° *Strato cúmulus.* (St. Cu.) Gruesas nubes sombrías, que al cubrir todo o gran parte del cielo, le dan aspecto ondulado. Pueden compararse a bambalinas. Entre sus intersticios se divisa el azul.

7.° *Cúmulus.* (Cu.) Nubes espesas, redondeadas, cuyo vértice ofrece la forma de cúpula y cuya base es horizontal. Suelen presentar contrastes fantásticos de luz y sombra, según



5. Nimbus cumuliformis. — 6. Nimbus
(De la obra «Le Nubi», de L. Taffara, 1917).

las ilumine el sol. Están sujetas a rápidos movimientos y cambios de forma.

8.° *Nimbus.* (Nb.) Capa espesa de nubes uniformemente

sombrías, sin forma definida, en general de bordes desgarrados, que invaden todo o gran parte del cielo y suelen dar lluvia.

9.° *Cúmulo - nimbus.* (Cu. Nb.) Grandes nubes que se elevan en forma de montañas o torres: que pueden subsistir solas o presentarse acompañadas de un velo. Son, como los nimbus, nubes de lluvia, pero caracterizan las lluvias de corta duración (tormentas de verano).

10. *Stratus.* (St.) O también niebla alta. Nubes grises, de formas confusas que no dan lluvia y que no tocan el suelo (serían en este caso niebla).

69. — *Nebulosidad.* Fuera del interés que reviste el estudio de las nubes en cuanto concierne a la dinámica atmosférica, bajo cuyo punto de vista volveremos a ocuparnos de ellas en otra parte del curso, el conocimiento de la nebulosidad de un clima interesa por igual al agricultor y al higienista. En la caracterización de los climas la nebulosidad desempeña un rol importante, principalmente por su influencia sobre las condiciones térmicas y lumínicas del ambiente. Las nubes detienen o reducen, como lo haría un toldo, la radiación solar: aunque también funcionan como pantalla devolviendo el calor irradiado por el suelo. La ausencia de nubes favorece la irradiación del calor al espacio y, por tanto, el enfriamiento del suelo y de las capas aéreas inmediatas.

70. — *Estado del cielo.* Por nebulosidad o estado del cielo se entiende la fracción de cielo cubierto por nubes en un momento dado, sin tener para nada en cuenta su naturaleza. Suele apreciarse en décimos de cielo cubierto, correspondiendo el *cero* a un cielo completamente sereno y el *diez* a un cielo completamente nublado. Los valores comprendidos entre diez y cero indican grados intermediarios de nebulosidad. La observación se realiza a ojo y debe practicarse desde un punto que domine totalmente el horizonte.

71. — *Dirección de las nubes.* Es un medio eficaz para el estudio de las corrientes superiores. Con la dirección y velocidad de las nubes, sobre todo de las nubes altas, muchas veces guardan relación los cambios de tiempo, la demora del centro ciclónico, las probabilidades de su más o menos rápido avance, su paso cerca o lejos del observador.

La dirección es la del punto del horizonte de que procede la nube. Puede observarse a simple vista o por medio de un nefoscopio. En el primer caso y a fin de evitar errores de perspectiva, conviene servirse de nubes elevadas, posiblemente próximas al cenit y determinar su movimiento por intermedio de un punto fijo de referencia.

72. — *Lluvia.* Se debe a las mismas causas generales que rigen la formación de las nieblas, nubes, etc.: baja térmica en un ambiente rico en vapor de agua, obligándolo a abandonar una parte del mismo por reducción de su capacidad higrométrica. No hay lluvia sin nube previa: los casos de lluvia sin nubes, que de tarde en tarde se mencionan como fenómeno sorprendente, es muy probable se deban a observaciones erróneas o imperfectas, o a la escasa visibilidad de las nubes causantes de la lluvia. En largos años de observación, el autor no ha presenciado ningún caso.

La fusión de varias gotas pequeñas en una mayor, al vencer la resistencia del aire, provoca su caída, cuya velocidad guarda relación con el tamaño de la gota. Ahora, en virtud de qué fuerza se produzca la reunión de las gotitas, se ignora a ciencia cierta. Se encuentran analogías con la coagulación de las soluciones coloidales, también debidas a la reunión de partículas muy finas. Es posible que en algunos casos intervenga en su fusión una acción mecánica, p. e., la vibración debida a un trueno. Es también probable que la electricidad desempeñe un rol eficaz. Las gotas electrizadas todas con el mismo signo, se rechazan y se conservan a distancia: pero si una descarga brusca o lenta procedente de una fuente eléctrica de signo contrario, las devuelve al estado neutro, cesa la repulsión de gota a gota y éstas pueden fundirse entre sí.

Pocas veces vierten lluvia las nubes bajas (inferiores a los 600 mt.). Dan lluvias finas las nubes de 600 a 1.200 mt. Las lluvias de gotas gruesas proceden de nubes por encima de los 1.500 mt. de altura, hasta alcanzar los 3.500 mt. con los cúmulo - nimbus; trayendo consigo en su rápida caída temperaturas a veces notablemente inferiores a la del ambiente: aún a pesar del efecto térmico causado por el rozamiento de

las gotas en su caída. Observaciones practicadas saltuariamente en el Observatorio del Prado en un termo - udómetro, han dado diferencias bruscas que en algunos casos alcanzaron a 6° C. El fenómeno está vinculado también a los cambios bruscos de temperatura y a las variaciones sensibles que sobre todo en época de sequías se notan en los geo - termómetros de las capas más próximas a la superficie del suelo. Algunas veces las gotas de lluvia, sobre todo en las lluvias finas, al encontrar en su caída capas más calientes o más pobres en vapor, se reducen o disuelven por evaporación y la lluvia, o no llega al suelo, o llega diezmada. Pero en general la gota aumenta durante su caída por nuevas incorporaciones o por nuevas condensaciones, a pesar de que el vapor que sobre ella se va condensando aumenta su temperatura.

73. — *Lluvias de convección, ciclónicas, de relieve.* Por su origen, las lluvias pueden clasificarse: En lluvias de convección, que deben su origen a los movimientos generales de la atmósfera. Lluvias ciclónicas, debidas a perturbaciones dinámicas accidentales. Lluvias de relieve (Angot) debidas a los movimientos ascendentes que adquiere una corriente al encontrar un terreno inclinado.

74. — *Cómo se mide la lluvia.* La lluvia se mide por la altura en milímetros que alcanzaría sobre una superficie perfectamente horizontal, impermeable y que no diera lugar a pérdidas por evaporación o por otros conceptos.

Pluviómetro. Se llaman pluviómetros los aparatos empleados para su medición directa: pluviógrafos los que la registran automáticamente.

El Pluviómetro consta de tres partes: Receptor, depósito y probeta.

La lluvia llega al *depósito,* protegido contra la evaporación por un cierre perfecto y a menudo por paredes dobles, pasando a través del *aro receptor* que consiste comúnmente en un anillo metálico robusto para evitar deformaciones, de labios delgados, cortados en bisel simple, colocado en perfecta horizontalidad y comunicando con el depósito por un embudo y un pequeño caño de plomo. Recientes Congresos

de Meteorología adoptaron como superficie más conveniente para el receptor cuatro decímetros cuadrados, o sea un aro de mm. 226 de diámetro.

El *medidor* o probeta es un tubo de vidrio cilíndrico que lleva grabada una escala proporcionada a la superficie de abertura. Así, por ejemplo, si la sección de la probeta le asigna una superficie diez veces menor que la encerrada por el aro, el agua se elevará en ella 10 milímetros por cada milímetro de altura real de lluvia, permitiendo así una fácil apreciación de décimos de milímetro. Se colige de lo dicho que, por ejemplo, al decir que durante una lluvia cayeron diez milímetros de agua, entendemos decir que si la lluvia se hubiese recogido en un recipiente horizontal no importa de qué dimensiones, impermeable, el agua habría alcanzado en él la altura de un centímetro.

Podría expresarse esa cantidad en litros, diciendo, por ejemplo, que cayeron 10 litros de agua, ya que un milímetro de altura de agua sobre una superficie de 1.000 m|m. × 1.000 m|m. es igual a un litro: pero esta apreciación exige la indicación de la unidad de superficie. La casi totalidad de los Observatorios expresa en milímetros los valores de lluvia.

En caso de rotura de probeta. Se da a menudo el caso de rotura de probeta sin que sea posible reponerla de inmediato. En esta circunstancia debe acudirse a una probeta cualquiera graduada en centímetros cúbicos, que nunca falta en un botiquín o donde hay aficionados a la fotografía. En su ausencia, a una buena balanza de platillos. La altura de la lluvia se obtendrá dividiendo por 40 el número de centímetros cúbicos o el peso expresado en gramos, del agua recogida. Como el diámetro del aro se supone de 226 m|m., la superficie receptora será de 400 cm2: luego la altura correspondiente a un volumen V de agua será:

$$\frac{V}{40}$$

En una forma análoga debió proceder Larrañaga, nuestro

sabio e incansable naturalista, cuando, a principios del siglo pasado, instaló en Montevideo el primer pluviómetro que funcionara regularmente en la República, utilizando para el caso un embudo de trasiego y una damajuana.

75. — *Instalación y observación del Pluviómetro.* Debe instalarse en lugar apartado de edificios y árboles en forma que su abertura puede próximamente de 1. m. 20 a 1.50 sobre el suelo. Se pondrá especial cuidado en que el aro del colector conserve su perfecta horizontalidad.

La observación de la lluvia debería efectuarse a raíz de la misma para evitar posibles mermas por evaporación. Sin embargo se admite que, disponiendo de pluviómetro bien resguardado, su inspección se practique una vez cada 24 horas. En nuestros Servicios era reglamentaria la hora de 7 a 8 (mañana).

La cantidad de lluvia recogida a esa hora y su duración aproximada será atribuída, en los registros, al día anterior, salvo el dar detalles al respecto en las anotaciones marginales.

Para evitar dudas, se aconseja hacer la indicación de la ausencia de lluvia no con un trazo (—) sino con la cifra cero.

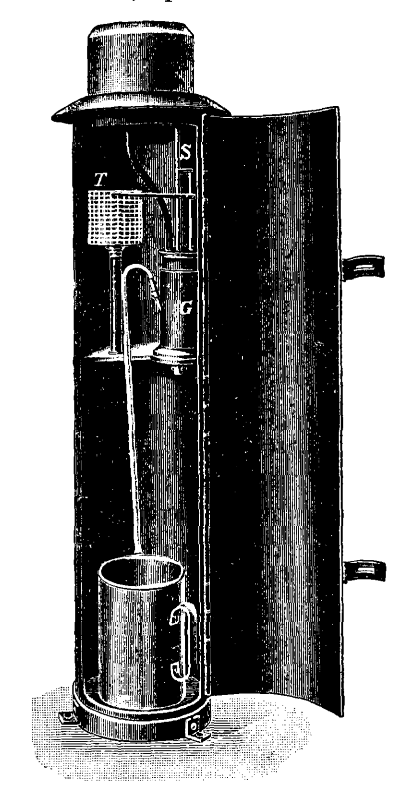
También se recomienda al observador tome la plausible costumbre de visitar el pluviómetro todos los días a la hora reglamentaria, aún teniendo el convencimiento de que no ha llovido. Ese convecimiento es, a veces, erróneo.

Pluviógrafos. Se emplean con buen resultado aparatos que anotan automáticamente la cantidad y duración del agua caída y permiten sorprender y apreciar en sus menores detalles los momentos álgidos de las violentas precipitaciones. Suelen ser de báscula o de flotador.

Los primeros (verdaderas balanzas donde el agua de lluvia se equipara al agua destilada, lo que en rigor no debiera ser) dan su volumen por pesadas registradas sobre una faja movida por relojería. (Pluv. Richard, Denza, etc.).

En los segundos el agua de lluvia se acumula en un recipiente cilíndrico cuyas proporciones guardan relación con el receptor, y eleva, a medida que aumenta, un flotador.

Este, a su vez, arrastra un brazo - pluma que inscribe la altura del agua caída sobre una hoja adherida a un cilindro movido por relojería. En general al señalar la pluma una cantidad determinada de lluvia (diez milímetros en el pluviógrafo Helman - Fuess) queda cebado un sifón de descar-



Pluviógrafo Helmann - Fuess

ga: el agua pasa a un depósito de control directo y el flotador al descender, arrastra la pluma al punto de partida o cero.

Pluviógrafo Helman - Fuess. Consta de un *embudo* receptor, terminado en la parte más ancha por un aro metálico que fija la superficie de medición de la lluvia. En el H. F. este aro es de diámetro menor que en los pluviómetros reglamentarios.

Es de absoluta necesidad para la exactitud de las observaciones que el aro no esté mellado ni abollado y que guarde perfecta horizontalidad. Esta condición se obtiene fácilmente mediante un nivel de albañil colocado sucesivamente en distintas posiciones sobre el aro hasta constatar su perfecta horizontalidad. No siendo posible disponer de un nivel, se suplirá obstruyendo el fondo del embudo, llenándolo de agua y procurando que ésta alcance en todas partes hasta el borde del aro antes de fijar definitivamente el aparato.

El agua de lluvia pasa desde el embudo a un depósito cilíndrico en comunicación con un sifón exterior de descarga. Al penetrar en este cilindro, eleva un pequeño flotador que, a su vez, arrastra un brazo horizontal munido en su extremidad de una pluma inscriptora.

Cuando la cantidad de agua caída es equivalente a *diez milímetros de altura,* el sifón queda cebado y al descargarse rápidamente, vacía en un depósito toda el agua contenida en el cilindro, menos cierta cantidad permanente necesaria para sostener el flotador. Este desciende entonces a su posición inicial (a cero milímetros) y, si la lluvia continúa, se reinicia el va - y - ven una y tantas veces como sea necesario en el procedimiento descrito de registración.

El sifón descarga el agua en un depósito de mayor capacidad y al abrigo de la evaporación, haciendo así posible el control del registrador que se efectúa midiendo directamente el agua recogida con la probeta especial que acompaña el aparato.

La pluma arrastrada por el flotador escribe un trazo sobre una faja fijada a un cilindro de relojería y graduada en milímetros y décimos de milímetro.

76. — *Nieve.* Si la condensación del vapor de agua se verifica con temperatura bajo cero, se formarán agujas de hielo que, estando en calma la atmósfera en el lugar de su formación, se agruparán en estrellas exagonales con una variedad muy grande de combinaciones. Es la *nieve.* Se produce así en los climas muy fríos. En los templados, en nuestro clima, p. e., donde es fenómeno muy raro y de escasa intensidad, la nieve cae en general en copos que resul-

tan de conglomerados de agujas y estrellas favorecidos por la humedad de condensación y una parcial fusión de sus cristales al atravesar capas de temperaturas próximas a cero o hasta superiores en algunos grados.

Cómo se mide. Se mide como la lluvia, apreciando su cantidad en milímetros una vez derretida.

CAPITULO IX

Hidrometeoros (continuación)

SUMARIO — 77. Rocío. Condiciones para su formación — 78. Beneficios y peligros — 79. Cómo se mide. Drosómetros. Ferrero, Manucci, de placa de vidrio — 70. Valor de estos métodos — 81. Escarcha y Helada. Cómo se forma: utilidad y peligros — 82. Defensas — 83. Granizo. Características — 84. Hipótesis sobre su formación De Volta. De Dove. Del autor. Modernas — 85. Defensas.

77. — *Rocío.* Es la condensación del vapor en contacto con superficies frías y a temperaturas superiores a 0 ° C. La condición más aparente para su formación es una leve brisa que, sin acentuar mayormente la evaporación de la precipitación iniciada, trae nuevo contingente de aire húmedo para reemplazar el que ya se ha empobrecido con la precipitación. Con la calma absoluta el rocío sería escaso: con viento fuerte difícilmente se obtendría su formación y si llegase a iniciarse, sería inmediatamente arrebatado.

Las nubes ejerciendo función de pantalla, devuelven a la tierra parte del calor que ésta irradia. Son, pues, un elemento desfavorable para la producción del rocío, que ama las noches serenas y calmosas. Un elevado estado higrométrico es otro factor importante. El vapor es la materia prima del rocío. Si una enérgica evaporación diurna, no dispersada por el viento, ha enriquecido la capa atmosférica inmediata al suelo, el rocío será más abundante.

El mayor poder emisivo de los cuerpos es también una condición favorable importante.

Los cuerpos buenos conductores del calor, devolviéndolo con facilidad, favoreden la formación del rocío: los malos

conductores la contrarían, pues son más lentos en la cesión del calor recibido durante el día.

78. — *Beneficios del rocío.* A más de precipitar al condensarse materias útiles para la vegetación, como, por ejemplo, el amoníaco, el ácido nítrico y nitroso, etc., devuelven a la tierra parte del agua que la evaporación le arrebata. Al mismo tiempo restituye el calor que la evaporación había exigido. En ciertos países el rocío suple las lluvias, escasas o desconocidas: (Sahara, Perú, etc.).

Peligros. Si a un primer depósito de rocío subsigue un viento fuerte y seco, el rocío se evaporará, con notable pérdida de calor por parte de los tejidos.

El exceso de rocío favorece el desarrollo de parásitos.

79. — *Cómo se mide. Drosómetros.* Las observaciones relativas a la cantidad de vapor que precipita bajo forma de niebla, rocío o escarcha (que podría explicar en parte la diferencia entre el total de agua evaporada y el total de lluvia), están recién en sus comienzos. Son escasas e imperfectas aún en los observatorios mejor montados. En el país no contamos sino con ensayos aislados de corta duración, insuficientes para definir las características de frecuencia e intensidad del fenómeno local. Hay verdadero interés en que se llene esta laguna. Mencionamos algunos de los procedimientos de observación más empleados.

Placa de vidrio. El más elemental consiste en exponer horizontalmente (al anochecer) una placa de vidrio marginada con cera, de superficie y peso conocidos, que se vuelve a pesar antes de la salida del sol. Si sobre ella se ha depositado rocío, acusará aumento de peso que podrá expresarse en gramos por metro cuadrado. Se emplean para el caso vidrios muy transparentes y de un milímetro de espesor.

Drosómetro Ferrero (*simple*). Algunos reemplazan el vidrio por un tejido de fibra vegetal de color verdoso y de superficie áspera, que se aproxima más a las condiciones naturales. Hubo quien observara, y con verdad, que si el rocío se deposita en cantidades notablemente mayores en la parte superior de una hoja horizontal, cierta cantidad se deposita también

en hojas más o menos inclinadas y hasta en el reverso de la hoja: y que estas cantidades no eran apreciadas por el método antedicho.

Drosómetro Ferrero (cúbico). Ferrero sustituyó la tela única horizontal por un cubo de igual género armado sobre telarcitos que se pesan cada uno por separado. No se ha generalizado.

Drosómetro Manucci. Este meteorologista, para evitar las pérdidas que por evaporación podrían producirse durante la noche en el rocío ya formado, defecto grave de que adolecen los procedimientos anteriores, ideó el drosómetro que lleva su nombre y que consiste en un recipiente cilíndrico de superficie conocida (es preferible usar la misma del pluviómetro normal reglamentario), lleno en dos tercios de agua cubierta de una pequeña capa de aceite vegetal delgado. A medida que el vapor se condensa en contacto con la superficie oleosa, por su mayor densidad desciende debajo de la capa de aceite que le sirve de defensa contra la evaporación aún bajo la acción directa de los rayos solares. También aquí se aprecia el rocío por la diferencia de peso. No veo, sin embargo, por qué no pueda utilizarse, como en el vaporímetro, el tornillo micrométrico.

80. — Ninguno de los métodos e instrumentos mencionados responden completamente al objeto perseguido: pero suministran una idea aproximada de la intensidad del fenómeno y sirven para estudios de relatividad.

81. — *Escarcha y helada.* La circunstancias que favorecen o contrarían la formación del rocío, favorecen o contrarían también la formación de la escarcha. Para que ésta se produzca, se requiere una mayor riqueza higrométrica del aire en contacto con la superficie fría y una temperatura bajo cero en los cuerpos irradiantes. En tales condiciones el vapor sin pasar previamente por el estado de rocío, se precipita en cristales exagonales de hielo, cubriendo la superficie de los objetos con una capa blanquecina. Es la escarcha.

Tenemos helada cuando, además, se congelan los tejidos superficiales, (hojas, brotos tiernos, etc.), volviéndose rígidos

y frágiles. Al producirse la helada y luego también en el momento del deshielo, los tejidos sufren desgarramientos que pueden llegar hasta producir la muerte del vegetal. En los terrenos ondulados, como el nuestro, los bajos son más azotados por la helada que las partes más elevadas.

Utilidad de las heladas. Es un refrán bastante generalizado entre la gente dedicada a las labores agrícolas, de que un año sin heladas es un año peligroso para la agricultura. La destrucción de gérmenes y larvas, cuyo desarrollo podría más tarde ocasionar perjuicios, es el mayor beneficio que debemos a la escarcha, aunque, bien considerado, el beneficio puede mejor atribuirse a la baja temperatura que a la escarcha misma. Si las escarchas son útiles cuando se producen en la estación del descanso vegetativo, pueden transformarse en un gran peligro cuando son extemporáneas.

82. — *Defensas contra las heladas.* Todo lo que eleve la temperatura del ambiente; que impida o modere la irradiación del calor hacia el espacio, contribuirá a impedir o a hacer menos intensas las heladas.

Una vez producidas, contribuirá a aminorar sus efectos perjudiciales lo que modere el derretimiento.

Anunciará la inminencia del peligro al encargado de proveer a la defensa, un termómetro electro-avisador o sea un termómetro dispuesto de manera que se cierre automáticacamente un circuito eléctrico haciendo vibrar donde convenga una campanilla de alarma cuando la temperatura alcance las proximidades del cero. Estará colocado en condiciones de exposición lo más aproximadas posible a las de los cultivos, con el depósito envuelto en delgada funda de muselina y humedecido (1).

El encargado para saber si debe redoblar la vigilancia, impartir órdenes especiales, tener dispuestos los elementos de defensa etc., habrá consultado antes de retirarse al descanso si la noche se presenta favorable a la helada: noche serena, calmosa, de humedad elevada. El conocimiento de la

---

(1) V. «Sobre algunas modificaciones en los termómetros empleados en las estaciones climatológicas», por L. Morandi.

marcha horaria de la temperatura en el mes correspondiente le será útil para inferir del valor termométrico observado en las primeras horas de la noche, las probalidades de que el termómetro descienda bajo cero. Así, por ejemplo, si a mediados de Agosto con noche serena y presión elevada se observan 10° C. a la intemperie a las 21 h., las probabilidades de una helada, sin quedar excluidas en absoluto, serán muy pocas. (No conviene, sin embargo, descansar plenamente en tal probalidad, pues, como tuvimos ocasión de indicarlo oportunamente, en nuestro clima se producen con alguna frecuencia variaciones horarias térmicas precipitadas, aún durante las horas nocturnas. Por ejemplo, la noche del 25 de Agosto de 1905 el termómetro al abrigo descendió desde 10° 3 (a las 21 h.) a 0° 1 (5 h.), es decir la cantidad de 10° 2 en ocho horas, cuando la variación media para las mismas horas no habría debido exceder de unos tres a cuatro grados. En otro caso, que sin ser extraordinario es, en verdad, poco común, el termómetro a la intemperie señalaba 8°8 a las 21 h., amaneciendo con — 4.°4).

La observación que acabamos de hacer nos sirve al mismo tiempo para recordar cómo en parajes abiertos, condiciones especiales de suelo y de cultivo, la irradiación más intensa puede ocasionar casos tanto más temibles como inesperados de helada. El autor tiene conocimiento de un caso de helada o escarcha (las referencias son de personas de indiscutible seriedad pero no habilitadas para definir ese punto) a fines de Marzo en Tacuarembó y uno en el Departamento de Minas en la primera década de Diciembre.

La defensa se realiza con uno de los procedimientos siguientes:

Fogatas. — Se procura elevar la temperatura ambiente por medio de fogatas distribuídas de treinta en treinta y hasta de cuarenta en cuarenta metros según sus proporciones. Si la materia que arde desprende mucho humo (que no sea ácido), el beneficio será mayor porque la nube artificial así formada impedirá o aminorará la irradiación y el efecto de la defensa será más intenso y persistente.

Superficies evaporantes. — Se acudió también, en cultivos

intensivos, al procedimiento de una abundante evaporación por medio de recipientes de agua, convenientemente distribuídos en el predio que se quiere defender. El abundante vapor provocado por la calefacción no sólo transporta consigo temperaturas elevadas, sino que, al enriquecer el ambiente higrométrico, hace menos sensible la irradiación. El procedimiento es costoso y no lo creemos práctico.

Cubiertas de paja. — Se han empleado y con buen resultado en cultivos intensivos, tendidos de paja o de hojarasca seca, con que se cubren las plantas, sobre todo tratándose de almácigos o plantas tiernas y bajas. Estas cubiertas, por delgadas que sean, son suficientes para impedir la arradiación e impedir por consecuencia, el descenso térmico que podría provocar la helada. Es un medio utilizado, en caso de haber sido el almácigo sorprendido por la helada, para impedir el deshielo brusco y el consiguiente desgarramiento de los tejidos.

En ciertas provincias vitícolas de España y de Francia se ha ensayado, al parecer con buen éxito, el siguiente procedimiento. Al podar la vid, se le dejan tres guías, una de las cuales se enyesa. Si la estación peligrosa pasa sin causar mayores daños, se elimina la guía enyesada y las dos remanentes continúan su desarrollo normal. Si las heladas las hubiesen perjudicado, quedaría siempre en salvo la tercera, defendida por el revestimiento, que al ser despojada de él suplirá en gran parte la inutilización parcial o total de las otras dos guías.

Tratándose sobre todo de cultivos nobles, parece resultan sobradamente compensados con los beneficios los gastos que ocasiona este procedimiento.

83. — *Granizo.* La formación del granizo, meteoro tan temido por la agricultura, ha suscitado vivas polémicas y sugerido numerosas hipótesis. A parte el interés puramente científico que entraña la investigación de las causas de un fenómeno cualquiera, los perjuicios que éste suele producir, sobretodo donde su mayor frecuencia e intensidad coinciden con las épocas críticas del desarrollo de los vegetales, motivan los esfuerzos de los sabios que esperan fundar en el cono-

cimiento de sus causas métodos racionales y eficaces de defensa.

Características del granizo. — Azota una zona o faja larga y estrecha, mucho más limitada que el área de la tempestad. Su duración es breve: como caso rarísimo puede alcanzar a un cuarto de hora; ordinariamente se limita a pocos minutos y hasta fracciones de minuto.

Preceden y acompañan muy a menudo su caída fuertes descargas eléctricas, así como un extraño ruído que los testigos encuentran semejante al de nueces removidas o también al paso lejano de carros de artillería sobre caminos empedrados y que se atribuye al choque entre sí o contra el suelo, de los pedrizcos en la zona donde ya el fenómeno se está produciendo. Su forma más común es la de esferillas de hielo pocas veces perfectas, de superficie granulosa, de grosor variable entre pocos milímetros de diámetro hasta el tamaño de una naranja.

Los pedrizcos poseen, ordinariamente, un núcleo opalino parecido a un grano de nevizca: pero no es raro el caso de que el núcleo sea transparente, llegando hasta a faltar, según pudo constatarlo Alluard en la granizada del 14 de Julio de 1877 en Francia. El núcleo de nevizca puede ser substituído por una substancia extraña (orgánica o inorgánica). Eversmann descubrió en granizo caído en Sterlitamark (Rusia) octaedros obtusángulos de sulfuro de hierro. Se opina hoy que los yones puedan también desempeñar el papel de núcleo.

Alrededor de los núcleos se disponen numerosas estratas o capas concéntricas, alternativamente transparentes y opalinas. A veces ofrecen líneas que irradian del centro, lo cual explica la fractura de ciertos pedrizcos que se parten en sectores esféricos, debido probablemente al choque de los pedrizcos entre sí o contra el suelo.

Color. — Es blanco o agrisado. Sin embargo la presencia de materias orgánicas o minerales colorantes, contribuyeron en ocasiones a darle distintos matices, predominando las tintas rojizas.

84. — *Algunas hipótesis sobre la formación del granizo.*

Una hipótesis seria no aparece hasta Alejandro Volta. Impresionado el célebre inventor de la pila por el hecho de que el granizo se presenta acompañado en la mayoría de los casos, por manifestaciones eléctricas, consideró el meteoro de origen eléctrico.

Según Volta, los gránulos de hielo, engendrados por la congelación del vapor de agua bajo la acción de un rápido descenso termométrico en un medio rico de vapor, se encuentran entre dos nubes de electricidad de nombre contrario: la nube más alta formada por condensación del vapor procedente de la más baja y cargada de electricidad positiva, mientras la inferior retiene la negativa. En estas condiciones son atraídos y rechazados sucesivamente de una nube a otra, como entre dos placas de cobre, electrizadas distintamente, suben y bajan esferillas de corcho. En este intervalo de tiempo su peso y volumen aumentan por la formación de sucesivas capas concéntricas de hielo. Esto dura hasta que las fuerzas eléctricas son vencidas por el peso (gravedad) del gránulo que, desprendiéndose de la nube, precipita al suelo.

La hipótesis de Volta, tal como se acaba de resumir, ha sido objeto en todo tiempo de serias objeciones. Entre otras cosas, muchos físicos ilustres no admiten que de las dos nubes sobrepuestas, necesarias en la teoría de Volta, la superior pueda formarse por la evaporación de la inferior, moviéndose en direcciones opuestas, como ya lo había observado el mismo Volta: y en segundo lugar no explica la formación de las piedras de tamaño notable, no siendo posible el baile eléctrico para gránulos que excedan del tamaño de guisantes o, a lo sumo, de avellanas.

Según Dove la formación de las nubes grandinígenas debe buscarse en vórtices o remolinos atmosféricos de eje casi horizontal. Los gránulos llevados por vórtices desde capas atmosféricas frías (altas) a otras calientes (bajas), aumentan continuamente en virtud de la condensación del vapor que sobre el grano se deposita en el ambiente cálido para congelarse luego en el ambiente frío. El granizo precipitaría cuando su peso fuese superior a la fuerza que lo retiene vinculado al

mecanismo del vórtice. En esta hipótesis lo más difícil de explicar es la subsistencia del remolino mismo de eje horizontal. Ninguna observación lo confirma. Por otra parte las observaciones practicadas por medio de globos sondas y pilotos, no revelan corrientes verticales ni lejanamente dotadas de la energía necesaria para retener en suspensión tan enormes masas de hielo.

Hipótesis del autor. — Mencionemos la hipótesis simplemente mecánica del autor, emitida en 1888 y expuesta muchas veces en clase desde entonces, pero no dada a la publicidad. Según ella el granizo se debe pura y simplemente a la congelación del vapor alrededor de un núcleo, mientras las corrientes atmosféricas tienen suficiente velocidad para conservar el grano en suspensión. Cuando la gravedad predomina sobre esa fuerza, el granizo cae. Hoy está demostrado por las observaciones aereológicas (nuestros lanzamientos de globos pilotos lo prueban bien a las claras) que en la alta atmósfera son muy frecuentes vientos de notable velocidad, aún durante las calmas o relativa tranquilidad de las capas bajas.

Hipótesis moderna. — La tendencia es a atribuir la formación del granizo a la brusca congelación de las gotas de vapor de los cúmulo-nimbus (parte alta) en estado de sobrefusión (es decir líquidas a pesar de hallarse bajo cero su temperatura) por la intromisión de pequeños cristales o agujas de hielo procedentes de cirros inmediatos (falsos-cirros) que se forman coronando las cumbres de los cumulonimbus cuando la temperatura rebasa los límites de la sobrefusión (—14°—16° C.). El tamaño mayor o menor que alcanzan los pedrizcos se explicaría por sobrecapas añadidas durante su caída, contribuyendo a hacerla más lenta, o en otros términos favoreciendo la suspensión (V. hipótesis del autor) las fuertes corrientes atmosféricas encontradas. Los casos de tamaños mayores se deberían a conglomerados. En esta hipótesis no tienen satisfactoria explicación las capas alternantes opalinas y transparentes ni la presencia (muchas veces observada) de grandes cristales enclavados en las capas.

85. — *Defensas. — Para - granizo, niágaras eléctricos etc.* Como se comprende, una vez eliminada la electricidad como causa primaria de la formación del granizo, caen de por sí los sistemas de defensa que tendían a descargar la electricidad de las nubes para impedir o aminorar su formación.

Artillería grandinífuga. Los disparos contra el granizo, que estuvieron hasta hace poco en gran boga, dieron resultados que parecieron favorables al principio: que fueron discutidos luego y que después del informe oficial prolijamente fundado por un sabio y hombre de gobierno italiano, Blaserna, parecen resultar completamente estériles. Fueron abandonados por completo.

Defensas en cultivos limitados. Cuando se trata de pequeños cultivos o de plantíos valiosos, compensa el gasto de instalación el uso de redes metálicas. Para cultivos en hilaños (la parra por ejemplo), se puede aconsejar su orientación en líneas paralelas a la dirección predominante del granizo (SW. y adláteres en nuestro clima) reduciendo así la superficie frontal.

CAPITULO X

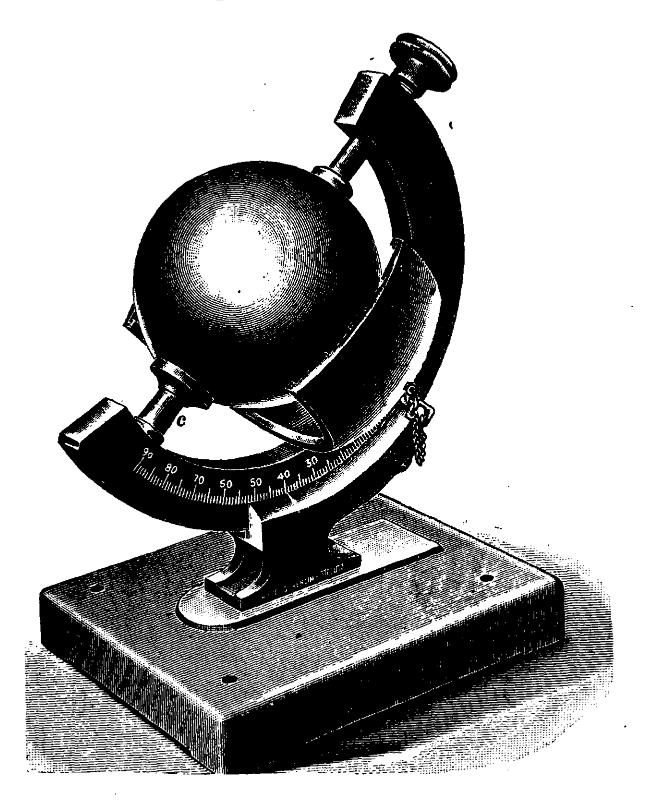
SUMARIO — 86. La luz — 87. Acción clorofílica de la luz — 88. Heliofanógrafo — 89. Color del cielo — 90. Transparencia del aire y procedimiento para determinarla — 91. Coronas — 92. Halos — 93. Electricidad atmosférica — Electrización permanente de la atmósfera — 94. Rayos, relámpagos y truenos — 95. Las manifestaciones eléctricas en nuestro clima — 96. Influencia de la el. at. sobre los vegetales.

86. — *Meteoros luminosos.* La luz es condición indispensable para las plantas. La exaltación de la vida en todas sus manifestaciones, en sus exhuberancias, en la vivacidad de sus colores disminuye del ecuador a los polos. Sin duda en ese hecho entra como factor fundamental la disminución de la temperatura; pero debe también ejercer una acción eficaz la luz; ya veremos en otro lugar, cómo, en el desarrollo vegetativo de ciertas especies, la luz puede, en parte, suplir el calor.

87. — *La acción clorofílica.* El pigmento clorofílico constituye la base de la coloración verde de las plantas: pero,

a fin de que se produzca en las células y actúe se exige con el calor, la luz. Una planta cultivada en la obscuridad, se torna amarillenta, clorótica, desmerece y muere.

En la acción combinada de la luz y el calor, la clorofila de la planta descompone el ácido carbónico atmosférico:



Heliofanógrafo Camphbell

deja libre el oxígeno y fija a la planta el carbono. La descomposición se produce con intensidad tanto mayor, cuanto más intensa es la luz.

La luz artificial, si es de algún poder, ejerce igual acción. Un hecho de fácil observación en nuestra ciudad es la conservación de las hojas verdes en las ramas que prospectan de cerca un arco voltaico, cuando ya el resto del árbol se halla despoblado.

88. — *Heliofanógrafo — Horas útiles de sol.* El conocimiento de las horas útiles de sol, fuente máxima de luz y calor, podrá explicar numerosos hechos, en el desarrollo y en la aclimatación de los vegetales.

Se llaman *horas útiles de sol* o también *fracción de insolación* el total de tiempo en que el sol luce efectivamente sobre el horizonte, sin ser interceptado su rayo por nubes, cerrazones, brumas, etc., que amengüen o destruyan su aficacia térmica y lumínica, comparativamente al total de horas que, por cálculo astronómico, debiera brillar si no mediaran dichos obstáculos.

Se emplea en general con este objeto el heliofanógrafo Camphbell. Consiste esencialmente en una esfera de cristal de unos diez centímetros de diámetro que enfoca el rayo del sol (sea cual fuere su posición y altura sobre el horizonte) sobre una tira de cartulina debidamente preparada y con sus correspondientes divisiones horarias. El foco se mueve con el sol y mientras el rayo no sea interceptado por nubes o brumas, carboniza el papel en su desplazamiento.

89. — *Color del cielo.* La atmósfera es la causa de la coloración azul del cielo, de la luz difusa, de las penumbras. El aire absorbe una parte de la luz solar y refleja otra: pero no se comporta en igual forma con todos los rayos del espectro. Si deja pasar más fácilmente los de la extremidad roja del espectro, retiene, por el contrario, los azules. Esta diferencia sólo es sensible cuando el rayo atraviesa grandes masas de aire.

El estado higrométrico influye poderosamente en la coloración del cielo. Al vapor de agua se deben en parte ciertos ocasos vistosos de color amarillo - anaranjado. La pureza higrométrica del ambiente atmosférico a raíz de una intensa tormenta, es la razón principal del hermoso azul intenso que adquiere nuestro cielo.

90. — *Transparencia de la atmósfera.* A pesar del alto coeficiente higrométrico que ofrece nuestro país sobre todo en proximidades del litoral, es un hecho indiscutible (como dijimos más arriba) la pureza notable de su cielo después de las grandes perturbaciones. Del hecho no se tienen por

el momento más que observaciones aisladas, pero que dan la convicción de su realidad. Un procedimiento fácil e indicado de observación del fenómeno es el siguiente: Se fija a unos 2 metros sobre el suelo una tablilla negra sobre la cual se pintan dos discos blancos de distinto diámetro, por ejemplo, de ½ metro el primero, de 5 centímetros el segundo. Se dispondrá la tablilla verticalmente, en forma que sea bien iluminada.

Nos alejaremos entonces hasta que el disco pequeño se vuelva invisible y se medirá la distancia que nos separa de él. Si el aire fuese del todo transparente, la distancia a la que se produciría la desaparición del disco pequeño sería proporcional a la relación de los diámetros. Pero no es así en general.

91. — *Coronas.* Son aureolas luminosas que se forman alrededor del sol o de la luna, blancas en la generalidad de los casos, a veces en anillos concéntricos coloreados en violeta al interior y en rojo al exterior. Se deben a la difracción de la luz al pasar a través de las gotitas de agua de que están formadas las nubes bajas o medianas, siempre que su diámetro o dimensiones sean idénticas.

92. — *Halos.* Se deben a la refracción y reflección de la luz en los cristales de hielo de que están constituídas las nubes altas. Presentan variados aspectos: el más común es el de un anillo de mayor o menor diámetro según la altura de la nube que los provoca. Su centro es el astro (sol o luna). La importancia de este fenómeno, para el meteorologista, consiste en la revelación de la presencia de velos o nubes cirrosos en las altas regiones atmosféricas, presencia que guarda relación estrecha con la demora y avance de las perturbaciones ciclónicas. A esta clase de meteoros pertenecen los paracelenos, parahelios etc., raros en nuestro clima al punto que el autor, en treinta años de observaciones locales, no recuerda haberlos visto nunca.

Meteoros eléctricos

93. — *Electricidad atmosférica permanente.* Franklin en Junio de 1752 demostró con sus clásicos experimentos me-

diante cometas, la existencia del estado eléctrico permanente en la atmósfera, que luego confirmó el francés Romas y a costa de su vida Richman en San Petersburgo.

Quetelet en Bélgica, Mascart en Francia y, sobre todo, Palmieri en Italia hicieron de la electricidad atmosférica un estudio amplio y metódico con aparatos especiales que llevan el nombre de sus inventores. Los resultados obtenidos por series largas de investigaciones son, en resumen los siguientes:

Con cielo sereno la electricidad del aire es siempre positiva. Pasa a negativa (aunque no siempre) con lluvia en el ambiente o a corta distancia.

En la marcha diurna suele alcanzar su mayor valor en las horas post-meridianas y caer a la entrada de la tarde.

El aumento de humedad en la atmósfera aumenta su tensión, así que en este sentido la observación puede concurrir como indicio para la previsión del tiempo.

94. — *Rayo, relámpago, trueno.* El rayo es una descarga eléctrica que se produce en los casos de excesiva tensión entre la nube y los cuerpos de la superficie o entre nubes contiguas, siempre que estén diversamente electrizadas.

Relámpago, es la luz con que la descarga ilumina el cielo; *trueno,* el ruido que engendra la vibración del aire bajo la acción de la descarga eléctrica.

La duración del relámpago es brevísima: es del orden de una milésima de segundo. Su forma variable: Difusos, ramificados, en forma de globo (raros) etc. Las fotografías demuestran que la forma en zig - zag no existe.

95. — *Las manifestaciones eléctricas en nuestro clima.* Suman a un total medio anual de 49,5 los días con m. e., (tomando en cuenta el período 1883 - 1920). Su frecuencia muestra un descenso para los últimos quinquenios, debido probablemente al aumento cada vez más creciente de las instalaciones metálicas áereas (inst. de luz eléctrica, teléfonos, tranvías, telégrafos, cercos - tejidos, etc., etc.), que producen una descarga lenta de la electricidad atmosférica.

96. — *Influencia de la electricidad atmosférica sobre los vegetales.* Experimentos que están lejos de ser definitivos

y que no se han generalizado como habría sido de desearse, tienden a demostrar la influencia de la electricidad atmosférica sobre la vegetación. En nuestro concepto las investigaciones, interesantes y prometedoras, todavía no han abierto un camino seguro y práctico para una útil aplicación.

Resumiremos algunas de las más importantes.

Grandeau. Exponiendo plantas de tabaco en iguales condiciones de tierra y de cultivo pero algunas en aire libre y otras encerradas en jaulas metálicas donde, como es sabido, la tensión eléctrica es nula, llegó a las siguientes conclusiones.

1.° La electricidad apresura todas las fases vegetativas.

2.° La electricidad es condición negativa para la acumulación de las sales sódicas, habiendo encontrado menor cantidad de esos materiales en las cenizas de las plantas cultivadas al abrigo de la jaula metálica.

Spechnen, influenciando eléctricamente varias semillas antes de la siembra, obtuvo:

	Arvejas	Porotos	Cebada
Las semillas influenciadas germinaron en . .	2 ½ días	3 días	2 días
Las semillas no influenciadas germinaron en .	4 días	6 »	5 »

Otro experimento del mismo, practicado en gran escala con semillas sembradas en terreno sobre el cual de trecho en trecho se fijaran antenas — colectores terminadas en coronas de puntas de cobre dorado unidas por hilos metálicos, dió los siguientes resultados:

La cosecha del trigo influenciado alcanzó a kgr. 1638 contra kgr. 1048 en las condiciones ordinarias. El trébol dió 535 kgr. contra 360: las papas 15.973 kgr. contra 14.330. (V. por más detalles D. Muro: Agron. p. 107).

El asunto es de gran interés y parece prometer, sobre todo en el cultivo de los cereales. En nuestro país, que sepamos, nada se ha hecho al respecto y merecería bien del país el que intentara algún ensayo serio y metódico en relación con nuestras principales explotaciones agrícolas.

PARTE SEGUNDA

Climatología

CAPITULO I

Del Clima

SUMARIO — 97. Definiciones. — 98. Factores del clima

97. — La complexidad de los factores que actúan en la constitución de un clima y los distintos puntos de vista desde el cual interesa su estudio, hacen difícil su definición.

Mohn lo define: *"El estado medio de los elementos meteorológicos de un lugar y las variaciones ordinarias, diurnas y anuales de los mismos"*. Esta definición nos parece pecar por su significación reducida.

Incompleta es también la que Röster atribuye al meteorologista teórico para quien el clima no es sino *la forma especial con que se realizan en una dada región los cambios atmosféricos.*

Mejor contempla, a nuestro entender, los intereses del médico, del higienista y del agricultor la fórmula siguiente: *"Clima es el conjunto de fenómenos atmosféricos, cuyas modalidades directa o indirectamente ejercen influencia sobre los seres orgánicos"*.

La palabra clima, derivada del nombre griego *climax* (que significa propiamente inclinación o pendiente), fué empleada en su origen como sinónimo de zona o región comprendida entre dos paralelos. Los antiguos, al adoptarla, entendían perfectamente que los fenómenos meteorológicos tenían estrecho en-

hace con la latitud. Si, más que la tierra, es el año (es decir el clima) el que produce los frutos y las cosechas (annus fructificat non tellus, de Teofrasto), fácil es comprender la importancia que el estudio del clima entraña para quien se dedica a la agricultura a fin de que con arreglo al clima vayan los cultivos y los trabajos.

Las rotaciones agrarias tienen su fundamento en las condiciones climatéricas, y está bien demostrado hoy que bajo climas diferentes la nutrición de las plantas cultivadas se realiza con diferentes actividades.

No es buen agrónomo quien no sepa sacar el mejor provecho de un clima, por irregular que sea su marcha y aparentemente caprichosos sus elementos, buscando la adaptación de los cultivos a las particulares condiciones del ambiente.

El estudio de sus características le enseñará, además, a distribuir las labores en forma que llegue a utilizarse por igual el bueno y el mal tiempo, el tiempo húmedo y el seco, etc.

98. — *Factores de un clima.* Los principales son: El calor, que bien puede llamarse su llave maestra. La presión atmosférica, cuyas variaciones la vinculan a los fenómenos dinámicos de la atmósfera. El agua, que existiendo permanentemente en la atmósfera bajo forma de vapor, es la materia prima de los hidro - meteoros. La luz y la electricidad. Nos ocuparemos detenidamente de los más importantes, sobre todo considerándolos en sus modalidades locales. Nos servirán de fundamento las observaciones del Instituto Nacional Físico - Climatológico cuyos primeros veinte años me permitieron determinar normales provisorias: y las pertenecientes a sus Servicios Climatológico y Pluviométrico, sin perjuicio de acudir a otras fuentes de información cuando así lo exijan las circunstancias.

CAPITULO II

Temperatura del aire

SUMARIO — 99. Coeficiente de transparencia — 100. La inclinación de los rayos solares y su absorción — 101. La masa atmosférica — Ley de Bouger.

99. — *Coeficiente de transparencia.* El rayo solar sufre una absorción variable según su incidencia y las condiciones de la atmósfera en el momento de ser atravesada por él. Así como se define por *constante solar* la cantidad de calor que el sol envía, durante un minuto, a la superficie de un centímetro cuadrado normal a la dirección del rayo en los límites superiores extremos de la masa aérea (según Violle 2°75 C., o sea la cantidad de calor necesario para elevar de 0° a 2°75 la temperatura de un gramo de agua); se llama *coeficiente de transparencia* la parte del calor total radiado por el sol hasta ese límite, que llega al suelo después de haberla atravesado normalmente.

Llamando *p* el coeficiente de transparencia, si mediante observaciones se encuentra para *p* un valor igual a 0,8, esto significará que sólo las ocho décimas partes del calor solar alcanzan hasta la superficie terrestre y que los dos décimos restantes fueron absorbidos por la atmósfera.

100. — La mayor o menor absorción depende principalmente de la inclinación de los rayos solares lo cual equivale a decir del espesor de la capa atmosférica que deben atravesar. En efecto, un rayo solar que cae normalmente, atraviesa una capa de aire más delgada que otra cualquiera.

La índole y la mayor o menor cantidad de impurezas en suspensión en el aire, así como su estado higrométrico, entran como factores de absorción importantes pero difíciles de determinar por sus contínuos cambios. Se comprende así cómo siendo las capas inferiores las más ricas en vapor de agua y en materias en suspensión, sean también las que ejerzan sobre el rayo solar el mayor poder absorbente.

101. — *Ley de Bouger.* La absorción depende también de la densidad de la capa atmosférica o, en otros términos, de

la masa de aire atravesada (*e*). Bouger calculó ese elemento para todas las alturas de sol, considerando como unidad la masa de aire que el sol atraviesa estando en el cenit.

Siendo *e* la masa de aire, se tiene:

e= 1 con el sol en el cenit.

e= 1.50 a 40º sobre el horizonte.

e= 5.57 » 10º » » »

e—35.50 al horizonte.

La ley debida a este sabio se expresa así: *Por un coeficiente dado de transparencia la cantidad de calor transmitida decrece en razón geométrica (8, 4, 2, 1, ½, etc.), cuando la masa aumenta en razón aritmética (1, 2, 3, 4, etc.).*

Así dado un coeficiente inicial de 0.8 de transparencia, tendríamos:

A 2	veces	la	masa atmosférica		0.40	de	transparencia.
» 3	»	»	»	»	0.20	»	»
» 4	»	»	»	»	0.10	»	»
» 5	»	»	»	»	0.05	»	»

Estas cifras demuestran la rapidez con que el calor transmitido desde el límite superior de la atmósfera decrece a medida que el sol se aproxima al horizonte.

CAPITULO III

Temperatura del aire (Continuación)

SUMARIO—102. Distribución geográfica de la temperatura—Isotermas—Isoquimenas—Isoteras—Ecuador térmico—Polos de frío—103. Variación diurna de la temperatura—Retardo de las máximas y de las mínimas.

102. — Distribución geográfica de la temperatura. El estudio de la distribución de la temperatura en la superficie del globo se hace por medio de las *isotermas* o sea de ciertas líneas imaginarias que unen puntos de la superficie terrestre de iguales valores térmicos (reducidos al nivel del mar para hacerlos comparables entre sí).

Se llaman *isotermas anuales* o simplemente isotermas cuando se trata de valores medios anuales: *isoquimenas* o *isoteras* si se refieren al invierno o al verano.

Si la superficie terrestre fuese homogénea en todas sus partes, las isotermas deberían seguir rigurosamente los paralelos. No sucede así, en realidad: las distintas modalidades orográficas de la superficie, la irregular distribución de mares y continentes, la forma, naturaleza, vegetación, etc., de éstos modifican en mucho las isotermas, como lo evidencian los mapas especiales.

Ecuador térmico - Polos de frío. Desde ya ni el Ecuador ni los Polos geográficos corresponden exactamente a los puntos de mayor calor y de mayor frío. La línea que une los puntos de mayor calor (isoterma anual de 28° C.), se halla casi enteramente al norte del Ecuador y no pasa al Sur sino en el espacio que separa la extremidad de la península de Malaca de la extremidad septentrional de Nueva Guinea (Angot).

Se llaman polos de frío aquellos puntos de la superficie terrestre donde la temperatura alcanza sus valores más bajos. Nada definitivo se sabe todavía relativamente al hemisferio austral: lo único que se desprende de los relatos y observaciones de las expediciones científicas a tierras australes es que en ninguna parte de las exploradas las mínimas alcanzaron a las registradas en las regiones árticas. En el hemisferio Norte parece que el punto más frío se encuentra en Siberia en los valles del Lena y del Jana en un punto llamado Vorkhojansk, donde se observaron mínimas de —72° C. (termómetro de aire). En ese mismo paraje se registraron máximas de 31° 5, lo que arroja una excursión absoluta de 103.° 5 C.!! Solamente la constante calma del aire en los meses invernales permite comprender cómo haya personas que vivan habitualmente bajo tan extrema temperatura.

103. — *Variación diurna de la temperatura.* En los días normales la temperatura empieza a aumentar casi al mismo tiempo que aparece el sol en el horizonte. El máximum se produce no al medio día, sino en las primeras horas de la tarde. Viene luego el descenso, pronunciado al principio, lento después, hasta la hora del mínimum.

La irradiación nocturna hacia el espacio, que se produce a expensas del calor del suelo y del aire inmediato, es tanto

más intensa, cuanto más sereno está el cielo y más seco y calmoso el aire y llega a su mayor intensidad cuando el sol aparece en el horizonte. Sin embargo el descenso del termómetro continúa hasta que el calor enviado por el sol supere al que es irradiado. Así se explica como, en general, el mínimum no coincida exactamente con la aparición del sol sobre el horizonte, sino que es posterior en algunos minutos.

La razón de la no coincidencia del máximum diurno con el paso del sol por el meridiano (medio día) es la siguiente: Si la atmósfera por cualquier concepto no sufriera pérdidas de calor: si la cantidad de calor recibida en un momento dado se sumase a las recibidas en los momentos anteriores, claro está que la temperatura iría en aumento desde la salida hasta la puesta del sol. Pero, en realidad, no sucede así. Si por un lado aumenta la temperatura a medida que el sol se eleva, por otro lado también actúan las causas que provocan la devolución (irradiación, convección), hasta que llega un instante, comprendido entre el medio día y la puesta del sol, en que el calor recibido en un momento dado equipara las pérdidas. Es el momento del máximum. A partir de ahí las pérdidas superan las ganancias y el termómetro se declara en descenso.

El retardo es menor sobre los océanos donde a menudo es inferior a la media hora. En los climas continentales puede alcanzar hasta tres horas. Para Montevideo, como veremos, fluctúa alrededor de 1 a 1 1|2 horas. Para Cerro Largo y Durazno, pasa de dos horas.

CAPITULO IV

Temperatura del aire (Continuación)

SUMARIO — 104. Variación diurna de la temperatura (continuación) — En nuestro clima — Promedios horarios de un veintenio — Su comportamiento en los meses extremos (Enero y Julio) — Valores erróneos que nos atribuyen autores — 105. Influencia de la brisa — 106. Saltos bruscos — Ejemplos de s. b. en Montevideo y en cinco localidades del Uruguay — 107. Amplitud de la variación diurna.

104. — *Variación diurna de la temperatura en nuestro clima.* — La estudiaremos sobre los valores medios horarios

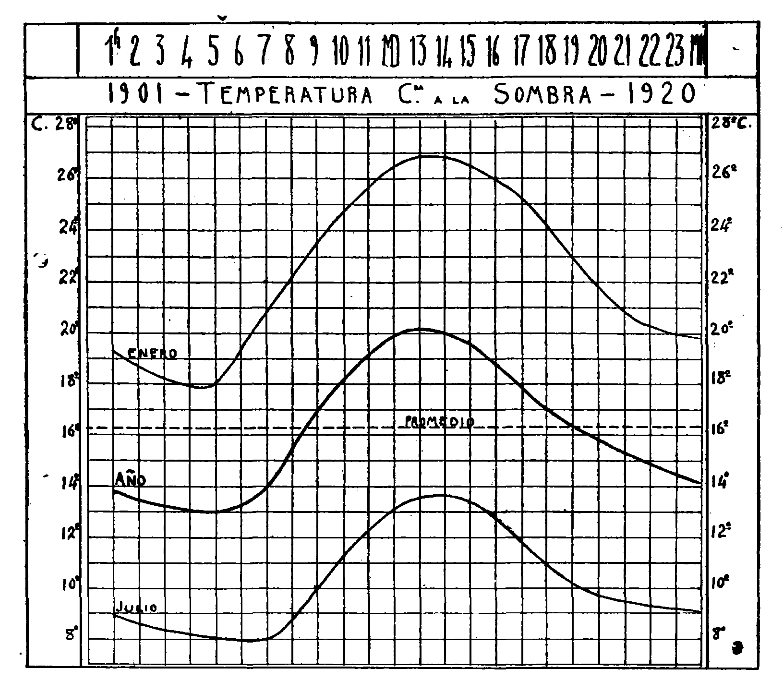
de veinte años (Sipnosis meteorológica del período 1901-1920 del Instituto Nacional Físico - Climatológico, por Luis Morandi).

HORAS	Enero	Julio	Año
1.	19°26	8°89	13°77
2.	18°87	8°66	13°48
3.	18°46	8°44	13°24
4.	18°16	8°25	12°97
5.	**17°94**	8°12	**12°85**
6.	18°74	8°00	13°11
7.	20°57	**7°90**	14°01
8	22°23	8°52	15°44
9.	23°76	9°84	16°93
10.	24°90	11°12	18°13
11.	25°29	12°15	19°03
M. D.	26°32	12°89	19°58
13.	**26°66**	13°37	19°89
14.	26°49	**13°58**	**19°94**
15.	26°35	13°42	19°76
16.	25°90	12°99	19°33
17.	25°25	11°93	18°48
18.	24°31	10°86	17°40
19.	22°86	10°30	16°29
20.	21°80	9°93	15°69
21.	21°21	9°62	15°19
22.	20°64	9°34	14°79
23.	20°14	9°13	14°42
M. N.	19°76	9°02	14°11
Promedio	22°35	10°26	16°16

En Enero, cuyo promedio es de 22° 35, la temperatura alcanza su *mínimum* alrededor de las 5 h. (el 1.° de Enero el sol sale en Montevideo a las 4 h. 35 m.), con un promedio de 17° 94. Aumenta en razón de 1° 8 y 1° 7 por hora de 6 h. a 8 h.; más lentamente luego hasta las 13 h. en que se produce el *máximum* con 26° 7. El descenso es moderado hasta las 17 h., para acentuarse en razón de un grado a un grado y medio de 17 a 19 h. y reducirse a medio grado por hora durante la noche.

En Junio (promedio 10° 26), tomado en representación de la estación fría, el *mínimum* se produce alrededor de las 7 h. con 7° 90 y el *máximum* por las 14 h. con 13° 58. El mayor

ascenso es de 8 h. a 10 h. con una variación horaria de 1° 3. El mayor descenso de 16 h. a 18 h. con un 1° 1, reduciéndose



Variación media horaria de la Temperatura al abrigo en Montevideo (Prado)
(Enero-Julio, Año Período 1901-20)

a pocos décimos de grado por hora durante la noche. En resumen:

1.° La columna termométrica fluctúa entre los valores medios horarios 26°7 y 17°9 en Enero; 13°6 y 7°9 en Julio; 19° 9 y 12° 9 en el año.

2.° La mínima se produce alrededor de las 5 h. en Enero y de las 7 h. en Julio. La máxima alrededor de las 13 h. en la estación calurosa y de las 14 en la fría.

3.° La temperatura experimenta el más rápido ascenso dos horas después de la salida del sol, y el más rápido descenso una hora antes de la puesta.

4.° En Enero, como en Julio, las horas de ascenso son las

menos. La temperatura sube en Enero 8 horas y 7 en Julio, contra 16 y 17 de descenso respectivamente.

5.° A las 8 h. y a las 21 h. en Enero; a las 9 h. y a las 19 h. en Julio la temperatura es la más aproximada al promedio.

Los promedios que acabamos de transcribir nos permiten corregir los asignados a nuestro clima por autores extranjeros, que no preocupándose siempre de acudir a las buenas fuentes científicas existentes, obtienen por interpolación o por tanteos los elementos que suponen correspondernos. Así, por ej., Angot en su *Traité de Météorologie* hace pasar por Montevideo las insotermas de 25° y 11°, como correspondientes a nuestros meses extremos. Si la diferencia es leve para el Invierno, no sucede lo mismo con Enero que difiere de aquella casi en tres grados.

El conocimiento de las variaciones interhorarias de la temperatura puede ser aprovechado útilmente para los efectos de la defensa contra las heladas extemporáneas. No olvide el interesado:

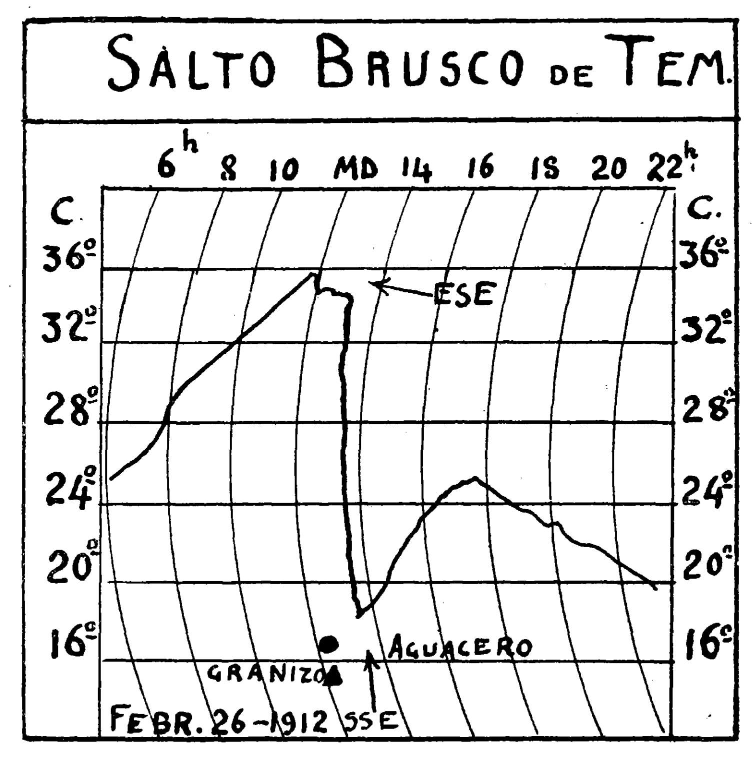
1.° Que a la intemperie ascenso y descenso térmico (este último sobre todo) son sensiblemente más pronunciados que al abrigo de la casilla meteorológica.

2.° Que en las noches serenas, calmosas y de bajo estado higrométrico — condiciones que en nuestro clima suelen presentarse a menudo en la primavera — el descenso nocturno llega a acentuarse hasta duplicar con exceso la intensidad del descenso diurno.

105. — *Influencia de la brisa en la marcha diurna de la temperatura.* — Causas diversas modifican a veces la marcha normal diurna de la temperatura. La brisa de mar en nuestro régimen local, y con más eficacia en mayor proximidad de las costas, es uno de esos casos. La brisa se pronuncia para Montevideo con viento del Este - Sureste o Sureste, llegando a entablarse para el Observatorio entre las 12 y las 13 h. en el Verano, estación en que adquiere mayor intensidad y nos alcanza con mayor frecuencia. La masa de aire que viene de deslizarse sobre superficies líquidas más frías, llega a la costa más cargada de humedad que el ambiente local y con tem-

peratura más baja, alterando a veces sensiblemente la marcha de la temperatura, como altera en forma más pronunciada la marcha de la humedad (nariz higrométrica).

106. — *Saltos bruscos de temperatura.* — Los vientos



Ejemplo de salto brusco de temperatura (al abrigo) en Montevideo (Prado)

del largo son la causa más general e intensa de modificaciones bruscas en la marcha de la temperatura. Tales saltos son frecuentes no sólo en el clima de Montevideo, sino también en toda la República, constituyendo una de sus características fundamentales.

Descensos de 6° a 8° casi instantáneos o en el lapso de pocos minutos, son comunes, sobre todo en el Verano y en la primavera. Más raros de 8° a 11°. Se registraron algunos, pocos, entre 11° 2 y 14° 2.

A esa condición de nuestro clima, que llamó la atención y fué comentada, aunque en general sin fundarla en observaciones precisas, por historiadores, marinos, médicos, geógrafos, se refería ya a mediados del siglo pasado el Dr. Saurel en un juicio que puede ser exagerado, pero que es muy expresivo: " *Aquí* (en Montevideo), *en un mismo día se puede experimentar la influencia de las cuatro estaciones*".

Citamos algunos casos de los más importantes, en los últimos 20 años, registrados en el Observatorio del Prado.

1901. — Febrero 6. Salto brusco de 9° 5.

1902. — Octubre 19. Salto de 8° 6. Se produjo simultáneo al salto del viento Norte al Suroeste, acompañándolo lluvia fuerte.

1903. — Febrero 24. Salto de 9° 0 a las 16 h. reinando Noroeste moderado y en momentos en que empieza un fuerte aguacero.

1904. — Febrero 12. Salto de 11° 2.

1905. — Diciembre 24. Salto de 11°2. Se produce después de medio día con un cambio de viento huracanado del Norte al Oeste - Noroeste acompañado de aguaceros violentos y granizo.

1906. — Enero 29. Salto de 12° 8.

1912 — Febrero 26. Salto de 14° 5, en momentos en que el viento arrecia del Sur, estalla una fuerte tormenta eléctrica, descarga un aguacero intenso aunque de corta duración y en la vecina localidad de la Aguada se registran dos mangas consecutivas de granizo.

1915 — Febrero 25. Salto de 10° 9.

1918 — Julio 31. Salto de 11° 6.

Para demostrar que de esta misma condición participa en general todo el territorio de la República, mencionaremos algunos casos, los más salientes, de saltos bruscos de temperatura observados en algunas Estaciones del Servicio Climatológico Nacional y sacados directamente de los registradores.

Artigas—Enero 15 de 1915: Salto casi instantáneo de 15° 0.

Enero 19 de 1916: Durante pocos minutos baja de 16° 0.

Mercedes—Febrero 13 de 1914: Durante 1 h. 15 m. descenso de 18° 0.

Diciembre 22 de 1917: Durante 35 m. baja de 14° 3.

Canelones—Enero 6 de 1916: Baja casi instantánea de 14° 0.

Rocha—Diciembre 29 de 1914: En 30 m. descenso de 14° 0.

Diciembre 30 de 1919: Salto casi instantáneo 10° 7.

Minas—Febrero 19 de 1913: Salto casi instantáneo de 11°4.

Diciembre 12 de 1916: Descenso brusco de 12° 0.

Enero 5 de 1917: Descenso brusco de 14° 5.

Diciembre 22 de 1917: Descenso brusco de 15° 8.

107. — *Amplitud de la variación diurna.* Se ha convenido en llamar así *la diferencia entre los promedios de las máximas y los promedios de las mínimas absolutas* (Angot). De las Monografías Climatológicas del Uruguay publicadas por el autor, transcribimos los siguientes valores para distintas localidades de la República:

Montevideo (Obs. Prado) Amplitud . . .	10°2 C.
Rocha	10°1
Canelones	10°9
Colonia	7°8
Minas	11°4
Mercedes	12°2
Durazno (Molles)	12°5
Melo	11°0
Paysandú	11°7
Artigas	13°8

En las latitudes medias, como las nuestras, este valor varía notablemente con las estaciones. En Invierno, cuando los rayos solares nos llegan con la mayor inclinación (la máxima altura del sol sobre el horizonte, el 21 de Junio, es apenas de 32° para Montevideo, y 37° para Artigas), el calor es absorbido en gran parte por la atmósfera, si bien es cierto que también es menor la irradiación. Durante el Verano el sol, en su pasaje por el meridiano se aproxima sensiblemente al cenit, del que llega a distar tan sólo 11° el 21 de Diciembre en Montevideo y 6° en Artigas, y el rayo nos llega con la mayor suma de calor. Por ese motivo la amplitud del mes de Enero, tomado en representación de la estación estival, supe-

ra para Montevideo en un tercio a la de Julio tomado como representación de la estación invernal.

Amplitud de la variación térmica diurna en los meses de Enero y Julio.

Montevideo (Lat. Sur 35°) Enero 12°0, Julio 8°8.

Durazno (Molles) (Lat. Sur 33°) Enero 14°6, Julio 11°3.

Artigas (Lat. Sur 30°) Enero 15°0, Julio 11°6.

CAPITULO V

Temperatura del aire (Continuación)

SUMARIO. — 108. Período anual de la temperatura. Idem En proximidad del Ecuador. En nuestro clima. Promedios mensuales de la T. para seis localidades del Uruguay. — 109. Los promedios en Meteorología. Su valor — 110. Promedios diarios decádicos, mensuales, anuales. Normales. — 111. Extremos absolutos de la temperatura a la sombra en Montevideo y en cinco localidades del Uruguay. Más largos períodos de días seguidos con máximas y mínimas notables. — 112. Extremos en distintas condiciones de exposición. — 113. Valores termométricos para seis localidades del Uruguay.

108. — *Período anual de la temperatura.* En las regiones situadas en proximidad del Ecuador, la curva de la marcha anual de la temperatura presenta dos máximas y dos mínimas, con algún retardo sobre las fechas de las declinaciones máximas y mínimas solares.

Para el *Hemisferio Norte* se produce en esas regiones:

Un mínimum en Febrero.

Un máximum en Mayo.

Otro mínimum en Julio.

Otro máximum en Septiembre.

Para el *Hemisferio Sur* se produce:

Un mínimum en Enero.

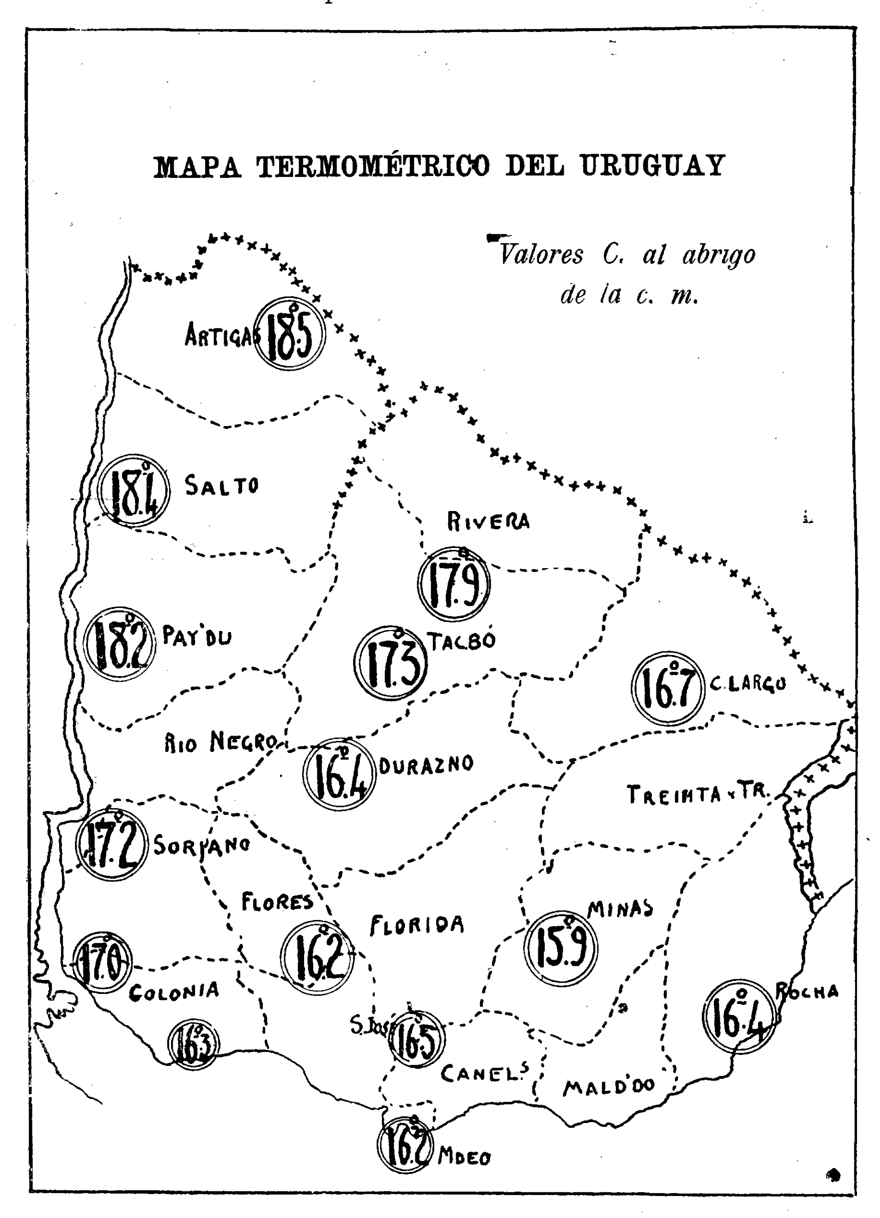
Un máximum en Marzo.

Otro mínimum en Julio - Agosto.

Otro máximum en Noviembre.

En nuestras latitudes la máxima temperatura anual se produce ordinariamente poco después del solsticio de Verano, que se efectúa en Diciembre: la mínima algún tiempo des-

pués del solsticio de Invierno. La razón de estos atrasos es análoga a la que dimos para explicar los atrasos diurnos en la marcha de la temperatura.



En Montevideo, en efecto, el mes más caluroso es Enero, el más frío Julio, como puede verse en el cuadro siguiente que ofrece los valores mensuales de seis estaciones:

Temperaturas Medias C. a la sombra para seis Localidades del Uruguay.

MESES	Montevideo	Mercedes	Durazno (Molles)	Artigas	Rocha	Paysandú
Enero	**22°3**	**24°7**	**23°3**	**25°6**	**22°5**	**25°7**
Febrero	22°0	23°9	22°9	24°1	22°0	24°8
Maazo	20°2	20°5	19°5	21°1	20°1	21°2
Abril	17°4	18°0	17°3	19°6	17°8	18°5
Mayo.	13°8	13°6	13°2	15°5	13°9	14°5
Junio.	10°9	**10°4**	9°4	11°9	10°9	**11°2**
Julio	**10°2**	10°8	9°9	12°4	10°8	11°7
Agosto	10°6	12°2	11°1	13°3	11°2	13°1
Septiembre	12°9	13°7	12°9	15°9	12°8	14°7
Octubre	14°9	16°5	15°8	17°9	15°3	17°8
Noviembre	18°1	19°7	19°3	20°8	18°1	21°5
Diciembre	20°9	22°4	21°9	23°5	21°4	24°1
Año	16°2	17°2	16°7	18°5	16°4	18°2

109. — *Los promedios en Meteorología — Normales — Valor científico de los promedios.* Se llaman promedios aquellos valores alrededor de los cuales los números oscilan en forma tal, que las cantidades o valores superiores a esos promedios compensan exactamente los inferiores. Como base de esta definición está el supuesto de que se trate de elementos cuya marcha es continua, es decir, que no pueden pasar de uno a otro valor sin tocar todos los intermediarios. A ellos se llega mediante simples operaciones aritméticas aplicadas en forma conveniente a las observaciones.

Los promedios más empleados en meteorología son: el diario, el decádico, el mensual y el anual.

En las discusiones de largas observaciones suelen emplearse los que resultan de cinco y diez años, teniendo cuidado (como lo aconsejan recientes Congresos internacionales de Meteorología) que los quinquenios y los decenios arranquen de los mismos años en que se inician los quinquenios y decenios naturales del siglo.

Cuando el número de años de observaciones es considerable, se determinan las *normales* del clima. Como es evidente, suministrarán éstas valores tanto más atendibles, cuanto más largo sea el período de observaciones homogéneas que permita descartar las influencias accidentales.

Millosevich estima que para las latitudes medias, son necesarios de 20 a 25 años para obtener las normales de la temperatura: cincuenta para la lluvia y la nebulosidad: diez, para los demás elementos.

Y aquí se nos presenta la cuestión bastante debatida del valor científico de los promedios, que encararemos antes de entrar al detalle de los mismos. Hubo quien se declaró contrario en absoluto al empleo de los promedios como faltos de realidad, por no responder sino a un estado ficticio, sin relación directa con las condiciones reales de los fenómenos que se desarrollan en la naturaleza. Cometen éstos el mismo error de cuantos no conciben más forma que los promedios para definir las condiciones o fisonomías climatológicas.

A nuestro entender, el promedio sólo tiene valor mientras no se extreme su formación convirtiéndolo en representación o en síntesis única de valores más o menos complejos y variados: cuando se procure presentarlo acompañado de otros elementos absolutos o promedios parciales: utilizándolo como término comparativo muy útil para una primera interpretación de los fenómenos en sus grandes líneas: cuando se los considere como trazado o línea general que señale un rumbo.

110. — *Cómo se forman los promedios.* — *El promedio diario* debería, en rigor, resultar de la suma de las temperaturas de todos los instantes del día, dividida por el total de esos mismos instantes. Como eso resulta imposible, y como muy difíciles resultan no sólo las observaciones horarias directas, sino también la reducción de las horarias gráficas, se suele acudir a combinaciones de horas cuyo resultado se aproxime a la verdad dentro de límites aceptables.

La combinación:

(Máxima + Minima): 2

es la más cómoda y da resultados atendibles siempre que se le aplique una corrección que debe determinarse para cada zona y mes. Esa corrección, determinada sobre los valores de nuestro período, es de:

—0°25 en el Verano, Otoño y Primavera.

—0°15 en el Invierno.

Una combinación de tres horas, que da suficiente exactitud y tiene la gran ventaja de ser mejor adaptable al conjunto de observaciones meteorológicas, es la de (7 h + 14 h. + 21 h) : 3. Su corrección es de — 0,15.

Los promedios decádicos proceden de la suma de los diarios, dividida por el número de días componentes la década, que en la tercera de Febrero resulta de ocho o nueve días, según sea el año común o bisiexto, y de once días en los meses de 31 días.

Los promedios mensuales resultan de la suma de los promedios decádicos dividida por tres: o, mejor, de la suma de los promedios diarios por el número de días.

Los anuales se forman con los mensuales y las *normales* con los promedios anuales.

111. — *Extremos absolutos.* Es muy importante y más para el agrónomo como veremos más adelante, el conocimiento de los límites extremos entre los que fluctúa la temperatura en un lugar dado, sobre todo si para determinarlos se dispone de una serie prolongada de observaciones.

Extremos al abrigo en Montevideo. Disponemos de dos grandes series de observaciones que se complementan, a pesar de no haber absoluta homogeneidad en sus instalaciones: la del Colegio Pío de Villa Colón (Albanello - Morandi - Moratorio) y la del Prado (Morandi), que en conjunto abarcan 40 años (1882 - 1922).

De Moussy, que observó a mediados del siglo pasado, trae como *máxima absoluta* a la sombra 41° C., observada el 17 de Enero de 1847. Debe tenerse presente, sin embargo, (y lo hace constar el mismo De Moussy) que en esos días se quemaban grandes pastizales en las inmediatas cercanías de Montevideo, como dando a entender que ese recalentamiento artificial del aire podía haber falseado los valores termométricos

Para encontrar otro máximum comparable con el de De Moussy (aunque debe tenerse en cuenta que las observaciones meteorológicas sufrieron interrupciones y grandes lagunas) hay que avanzar más de medio siglo, hasta la *semana de fuego* (primera de Febrero de 1900) en la que Villa Colón registró su máximum de máximos con 40°3 (Febrero 3), y la *semana de brasas* (mediados de Enero de 1917) en cuya fecha el termómetro culmina en el Observatorio del Prado (Mdeo.) a 42°8 a la sombra y 48° a la intemperie (18 de Enero).

En cuanto a las *mínimas absolutas,* las observaciones de De Moussy (que parecen abarcar diez años), no presentan ningún valor bajo cero: lo cual hace pensar en una imperfecta ubicación del termómetro o en un sensible error instrumental del mismo.

La serie de Villa Colón, que empieza en 1882, ofrece todos los años sin excepción hasta 1900 algunas mínimas bajo cero, siendo la más notable la perteneciente a Julio de 1889 con — 4°0, no superada en ninguna otra serie de observaciones locales conocidas.

En el Observatorio del Prado la mínima de las mínimas es también de — 4°0 (Junio de 1911).

Los valores que preceden dan como excursión absoluta de la temperatura en Montevideo:

1882 - 1900 (V. Colón) Máx.: 40°3 Min. — 4°0
Exc. abs. 41°3.
1900 - 1921 (Obs. Prado) Max. 42°8 Mín. — 4°0
Exc. abs. 46°8.
Período 1882 - 1921: Exc. Abs. 46°8

Extremos a la intemperie en Montevideo. Con termómetros expuestos en plena intemperie, sobre el césped, sin ningún abrigo y bajo la acción de la radiación solar directa, los extremos se acentúan. En días o períodos de pobreza higrométrica del aire, máximas y mínimas pueden exceder en muchos grados de las similares al abrigo.

La única serie de observaciones practicadas en este sentido pertenece al Observatorio del Prado. El máximum fué obser-

vado, como se dijo, en Enero de 1917 con 48°0, y el mínimum, — 6°5, en Agosto de 1908. Su excursión a la intemperie alcanza, así, a 54°5.

Tales extremos, sin ser absolutos en el rigor del término, es decir, dejando subsistir la posibilidad de que en circunstancias atmosféricas especiales puedan ser superados, deben considerarse prácticamente como valores límites en el clima de Montevideo.

En cuanto a la *intensidad de los extremos en los distintos meses del año,* se desprende de nuestras observaciones del Prado:

1.° Que en todos los meses, no importa la estación, aparecen máximas superiores a los 26° a la sombra y 30° a la intemperie.

2.° Que las mínimas bajo cero sólo se observan desde el mes de Mayo hasta Octubre, perteneciendo las más intensas a fines de Julio y principio de Agosto.

3.° Pocas veces, muy contadas, insisten más de dos o tres días seguidos máximas a la sombra superiores a los 35° en el Verano, a los 30° en el Otoño, a los 25° en la Primavera y a los 20° en el Invierno, (*Máximos Críticos* los llamó el autor).

Enseña la experiencia (y puede utilizarse provechosamente para la predicción del tiempo) que si la temperatura alcanza esos valores o los excede — y con más razón insistiendo en ellos — hay indicios casi seguros de agitaciones atmosféricas próximas, lluvias o vientos, que, a su vez, traen cambios en las condiciones térmicas e higrométricas del aire.

Como ejemplos pocos comunes en nuestro clima pueden citarse los siguientes *períodos de máximas y mínimas insistentes.*

Más largos Periodos de Mínimas bajo cero

Dia	24	de Agosto	1902	Abrigo	— 1°1	Intemperie	— 4°4
»	25	»	»	»	— 1°9	»	— 5°2
»	26	»	»	»	— 2°8	»	— 5°7
»	27	»	»	»	+ 0°4	»	— 3°2
»	28	»	»	»	— 3°5	»	— 6°2
»	29	»	»	»	+ 4°7	»	— 1°5

Dia	5	de	Junio	1916	Abrigo	+ 1°1	Intemperie	— 2.5
»	6		»	»	»	— 2°4	»	— 5.0
»	7		»	»	»	— 0°9	»	— 3.3
»	8		»	»	»	— 2°0	»	— 4.8
»	9		»	»	»	— 0°2	»	— 1.6
»	10		»	»	»		»	— 0.2
»	11		»	»	»		»	— 0.4
»	12		»	»	»		»	— 0.6
»	13		»	»	»		»	— 0.8

Más largos Períodos de Máximas

Dia	29	de	Enero	1900	Máxima	Sombra	36°8
»	30		»	»	»	»	37°6
»	31		»	»	»	»	39°2
»	1.°	de	Febrero	»	»	»	36°2
»	2		»	»	»	»	39°2
»	3		»	»	»	»	40°4
»	4		»	»	»	»	39°4
»	5		»	»	»	»	30°2
»	6		»	»	»	»	37°4
»	7		»	»	»	»	39°0

Dia	9	de	Enero	1917	Abrigo	33°0	Intemperie	40°3
»	10		»	»	»	34°2	»	39°9
»	11		»	»	»	31°4	»	39°1
»	12		»	»	»	30°8	»	38°8
»	13		»	»	»	32°1	»	38°9
»	14		»	»	»	34°2	»	37°1
»	15		»	»	»	36°0	»	42°9
»	16		»	»	»	36°0	»	38°8
»	17		»	»	»	38°3	»	43°0
»	18		»	»	»	42°8	»	48°0

112. — *Extremos en distintas condiciones de exposición termométrica.* En igualdad de las demás circunstancias, los extremos sufren variaciones muy sensibles por la naturaleza del suelo, su color, la índole de su vegetación, etc.

La capa superficial de los terrenos arenosos se calienta en

demasía, pero se enfría también con facilidad. En el desierto de Sahara, para citar un caso extremo donde entra en juego como factor importante la pobreza higrométrica permanente del aire, se llegó a observar 75° C., en un termómetro colocado al sol, con mínimas próximas a + 3°0!

Algo menos se calientan las tierras negras vegetales (humus) que son también más tardías en enfriarse. Mucho menos la tierra cubierta de césped.

En el Observatorio del Prado el autor hizo saltuariamente experimentos con exposiciones simultáneas de termómetros en distintas condiciones de suelo. Reproducimos una serie.

El día 3 de Febrero de 1902, en las primeras horas de la tarde se expusieron por pares (sol y sombra) 10 termómetros según se detalla.

Los termómetros se observaron simultáneamente un cuarto de hora después de su instalación, anotándose los siguientes valores:

	Sol	Sombra
Term. sobre césped (gramilla de bajo corte) . . .	42°1	34°2
Term. sobre tierra de cultivo (arcillosa, recién labrada).	43°4	37°4
Term. sobre afirmado de tosca silícea pisoneada . .	46°0	39°3
Term. sobre afirmado de granito azul.	46°9	38°5
Term. sobre arena silícea suelta	51°7	(?)(1)

El profesor de la materia recuerda haber observado repetidas veces en los meses de Enero y Febrero temperaturas entre 55° y 60° C., cubriendo el depósito de un termómetro común, expuesto libremente a los rayos del sol, con una delgada capa de arena silícea.

113. — *Extremos observados en otras localidades de la República.* Los Departamentos costaneros del Sur tienen valores que poco difieren de los de Montevideo. Los extremos se acentúan y se vuelven insistentes, así las mínimas como las máximas, en los Departamentos centrales y del Norte, que adquieren carácter de continentales.

(1) Se inutilizó el termómetro.

Completando el cuadro de la pág. 142, donde se ofrecen los promedios de seis localidades del Uruguay, damos a continuación los extremos absolutos y los promedios de máximas y mínimas absolutas para las mismas, utilizando los datos del Servicio Climatológico, en la época que estaba confiado a nuestra Dirección (1922).

Medias de máximas y mínimas absolutas de la temperatura al abrigo. Valores absolutos para seis Localidades del Uruguay.

	Medias de Máx. Abs.	Medias de Mín. Abs.	Máximas Abs.	Mínimas Abs.	Excursión Abs.
Montevideo.	21°.4	11°.2	42°.8	—4°.0	46°.8
Mercedes	23.4	11.2	44.0	—5.0	49.0
Durazno (Molles). . .	22.7	10.2	41.2	—5.4	46.6
Artigas.	25.2	12.0	42 2	—5.7	47.9
Rocha	21.6	11.5	41 8	—1.9	43.7
Paysandú	24.2	12.5	42.1	—2.2	44.3

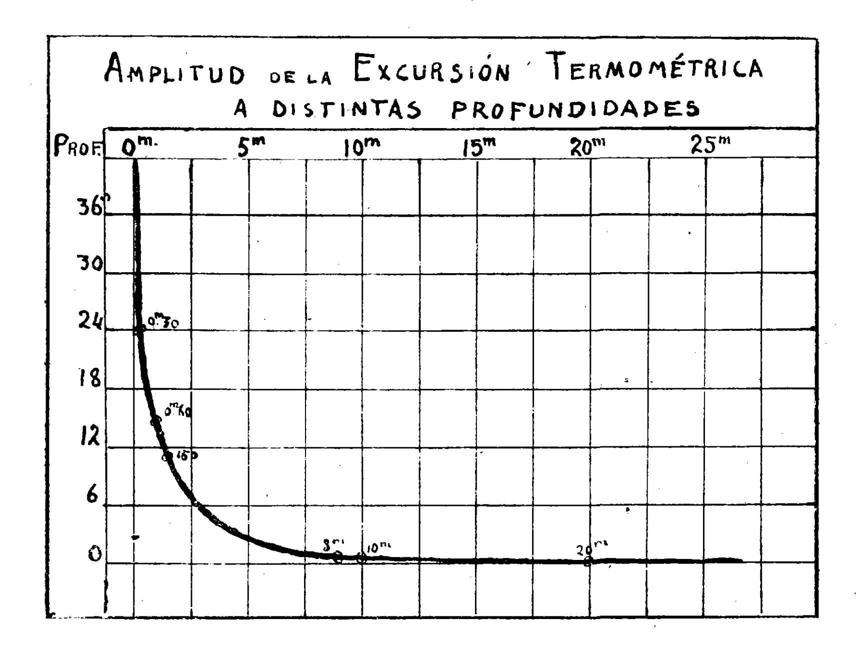
CAPITULO VI

Temperatura del subsuelo

SUMARIO. — 114. Temperatura del subsuelo. Desde la profundidad de m. 0.30 a la de 20.—Observaciones locales. Capa de temperatura constante. Retardos con la profundidad. Tabla de valores.

114. — *Temperatura del subsuelo.* La influencia diurna o estacional de la temperatura exterior debe considerarse nula en la práctica a una profundidad que para nosotros puede fijarse en 25 metros (lo que se llama *capa de temperatura invariable*). Un termómetro sumergido en un pozo manantial cerrado y fuera de uso, a una profundidad de 12 a 14 metros, ha fluctuado entre 17°0 y 18°4 (extremos observados) en un período de trece años.

Ocupándonos de las condiciones térmicas del suelo hasta la profundidad de 1m.50 (Observatorio del Prado), llegamos en una Memoria a las siguientes conclusiones:



Los promedios anuales de la temperatura no varían sensiblemente con la profundidad como puede verse por los resultados de 20 años de observaciones en el Observatorio del Prado:

Media temp.	anual a	metros	0.30. . . .	17°8 C.
»	»	»	0.60. . . .	18°3
»	»	»	0.90. . . .	18°3
»	»	»	1.20. . . .	18°3
»	»	»	1.50. . . .	18°3
»	»	»	5.00. . . .	18°1
»	»	»	10.00. . . .	18°0
»	»	»	15.00. . . .	17°8
»	»	»	20.00. . . .	17°7

Lo que varía es la forma de distribución del calor o, en términos más precisos, la fluctuación de la temperatura que tiende a reducirse con la profundidad.

Así a 0m.30 entre el promedio mensual más alto (el de Enero 24°4) y el más bajo (el de Julio 11°3) corre una dife-

rencia de 13°1. A la profundidad de 1m.50 el promedio de Febrero (el más alto) es de 22°4. El de Agosto (el más bajo) 14°1, lo que reduce la diferencia a 8°2. Esto se evidencia también si, en vez de los promedios, se consultan los extremos observados a cada profundidad. Encontraremos así que a 0mt.30 no se producen mínimas inferiores a 8° C. ni máximas que excedan a los 28°. A 1m.50 ningún valor es inferior a 13°: ninguna máxima excede los 23° C.

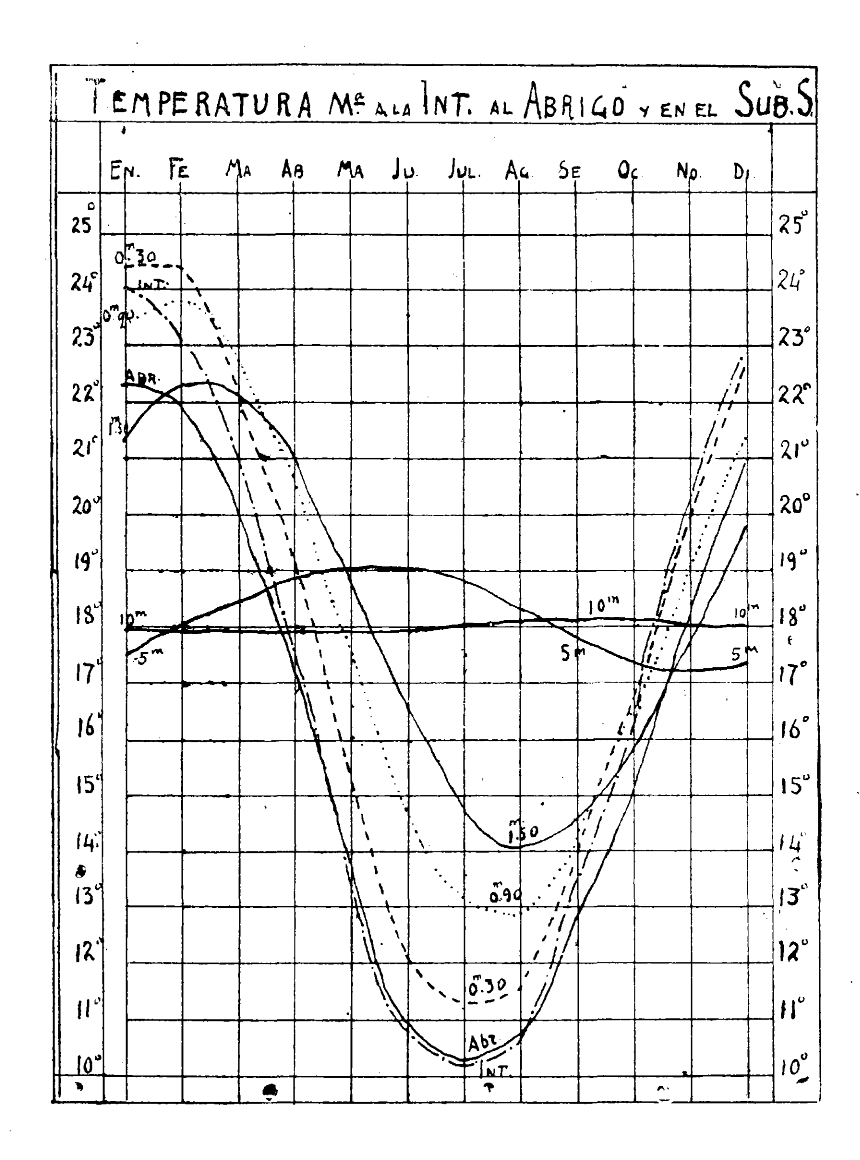
115. — *Retardos con la profundidad.* La mayor o menor rapidez con que el calor se propaga al través de las distintas capas del suelo, depende principalmente del espesor de la capa, de su naturaleza química y de su constitución mecánica.

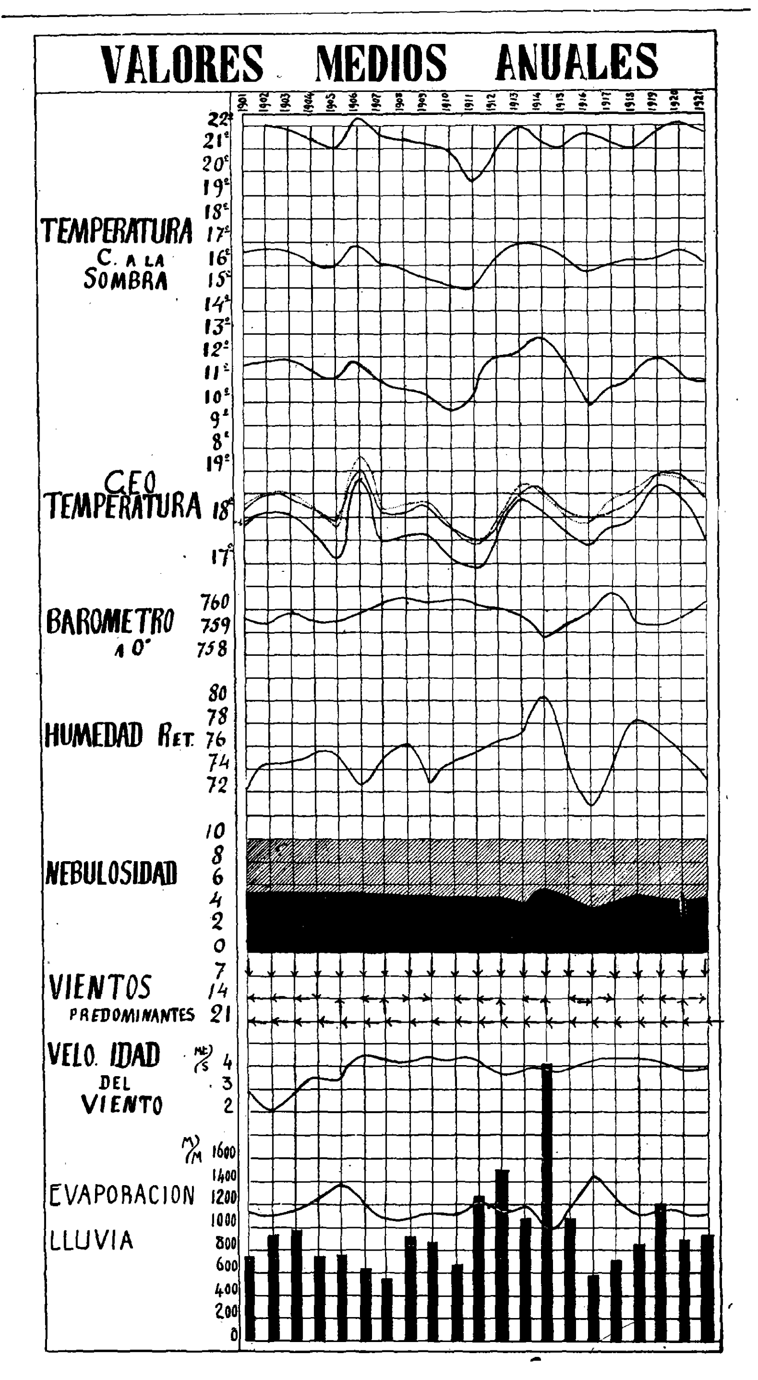
En terrenos arcillosos compactos (tierras fuertes) y hasta la profundidad de 1mt.50, los resultados a que hemos llegado al respecto son los siguientes: El flujo térmico tarda, término medio:

Alrededor de un dia para afectar un termómetro.	**a 0m.30 prof.**
Alrededor de dos dias para » » »	**» 0m.60 »**
Poco más de tres dias	**» 0m.90 »**
Poco más de cuatro dias y 1/2.	**» 1m.20 »**
De siete a ocho dias	**» 1m.50 »**

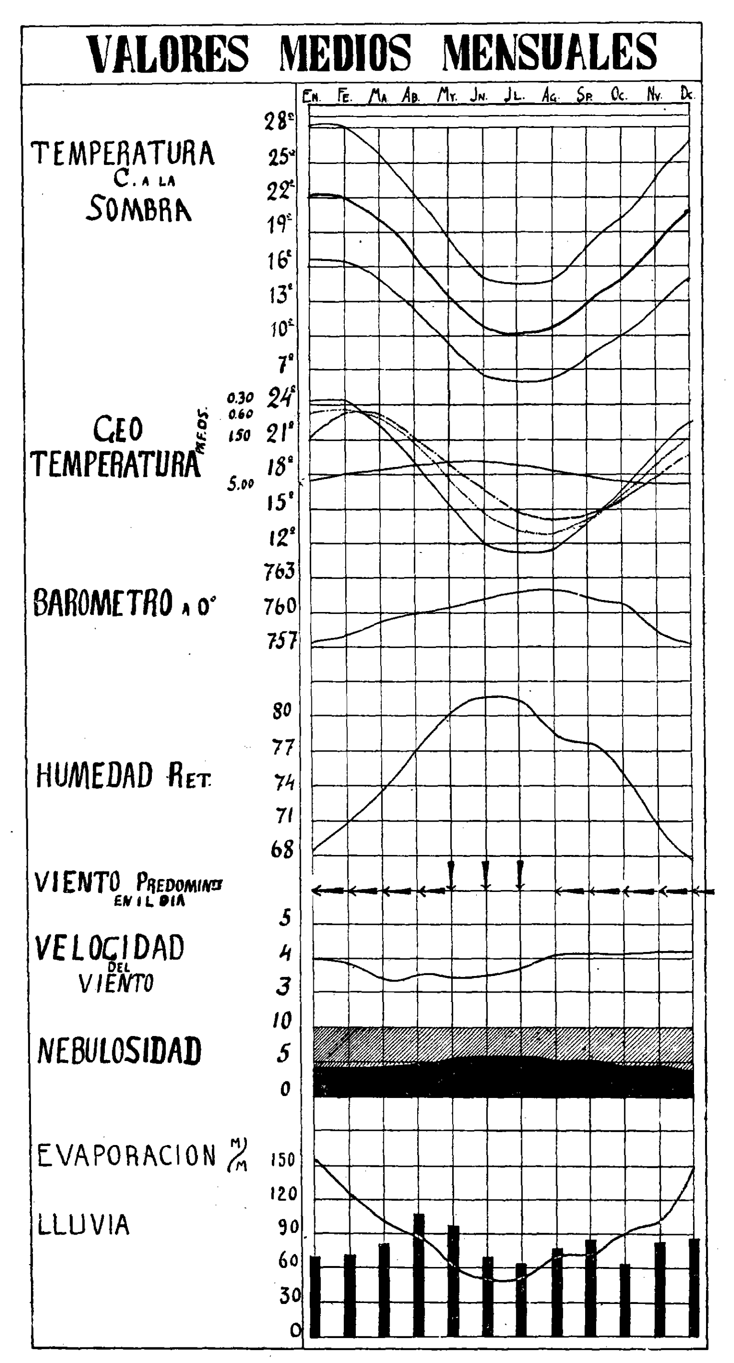
Resulta de ahí que un máximo señalado en el termómetro exterior el día 5, p. e., recién será registrado a m. 0.60 dos días después a saber, el 7; y el día 12 a la prof. de 1m50.

Lo que se dice de las máximas repítase de las mínimas, debiéndose en ambos casos observar que en su propagación a través del suelo se reduce la amplitud a tal punto, que a veces no llegan a hacerse sensibles a las mayores profundidades de la instalación.


TEMPERATURA Mª A LA INT. AL ABRIGO Y EN EL SUB.S
EN. FE MA AB MA JU. JUL. AG. SE OC NO. DI.
25°
24°
23°
22°
21°
20°
19°
18°
17°
16°
15°
14°
13°
12°
11°
10°
0.30
INT.
0.90
ABR.
10m
5m
1.50
0.90
0.30
Abr.
INT.



Elementos fundamentales del clima en Montevideo Prado 1901-20



Elementos fundamentales del clima en Montevideo Prado 1801-20

Máximas y mínimas absolutas y observadas de la temperatura a la intemperie, a la sombra y a la profundidad de m. 0.30, 0.90, 1.50 y 10.0. (Período 1901-1920) — (Observatorio Prado)

MESES	A LA INTEMPERIE			A LA SOMBRA			A 0 m. 30			A 0 m. 90			A 1 m. 50			A 10 m.		
	Máxima	Mínima	Excursión	Máxima	Mínima	Excursión	Máxima	Mínima	Excursión	Máxima	Mínima	Excursión	Máxima	Mínima	Excursión	Máxima	Mínima	Excursión
Enero	48.0	4.0	44.0	42.8	7.6	35.2	30.1	18.1	12.0	25.9	20.9	5.0	23.4	19.8	3.6	18.1	17.8	0.3
Febrero	47.8	3.6	44.2	39.3	7.8	31.5	30.1	19.0	11.1	25.9	21.5	4.5	23.8	21.1	2.7	18.1	17.7	0.4
Marzo	46.7	2.4	44.3	38.4	4.6	33.8	28.6	18.0	10.6	25.6	20.5	5.1	23.8	20.6	3.2	18.1	17.7	0.4
Abril	40.2	0.9	39.3	36.7	2.4	34.3	26.2	14.1	12.1	24.8	17.8	7.0	23.4	18.4	5.0	18.0	17.7	0.3
Mayo	35.0	— 3.8	38.8	29.6	— 1.9	31.5	20.9	9.7	11.2	20.6	14.5	6.1	21.2	15.1	6.1	10.0	17.8	0.2
Junio	29.7	— 5.2	34.9	26.7	— 4.0	30.7	18.6	7.1	11.5	17.7	11.9	5.8	18.8	14.3	4.5	18.0	17.8	0.2
Julio	32.7	— 6.2	38.9	28.5	— 3.5	32.0	17.1	5.9	11.2	16.0	10.6	5.4	16.9	13.3	3.6	18.2	17.8	0.4
Agosto	30.7	— 6.5	37.2	28.9	— 3.8	32.7	17.7	6.8	10.9	15.4	10.8	4.6	15.7	12.8	2.9	18.2	18.0	0.2
Setiembre	36.3	— 4.0	40.3	28.3	— 1.8	30.1	20.2	8.5	11.7	16.7	11.1	5.6	16.2	13.2	3.0	18.2	18.0	0.2
Octubre	38.6	— 4.8	43.4	34.2	— 1.4	35.6	23.6	11.1	12.5	19.7	12.9	6.8	18.1	13.8	4.3	18.2	17.9	0.3
Noviembre	40.3	— 0.8	39.6	36.5	3.4	33.1	26.8	12.6	14.2	22.4	16.1	6.3	19.7	15.5	4.2	18.1	17.9	0.2
Diciembre	46.8	4.3	42.5	39.1	7.1	32.0	29.4	17.7	11.7	24.6	19.1	5.5	21.7	18.1	3.6	18.1	17.8	0.3
Año	**48.0**	**— 6.5**	**54.5**	**42.8**	**— 4.0**	**46.8**	**30.1**	**5.9**	**24.2**	**25.9**	**10.6**	**15.3**	**23.8**	**12.8**	**11.0**	**18.2**	**17.7**	**0.5**

Máximas, mínimas y excursiones de la temperatura C. del aire y del suelo

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
Intemperie	Máxima	48°.0	47°.8	46°.7	40°.2	35°.0	29°.7	32°.7	30°.7	36°.3	38°.6	40°.3	46°.8	48°.0
	Mínima	4.0	3.6	2.4	0.9	— 3.8	— 5.2	— 6.2	— 6.5	— 4.0	— 4.8	+ 0.8	4.3	— 6.5
	Excursión	44.0	44.2	44.3	39.3	38.8	34.9	38.9	37.2	40.3	43.4	39.6	42.5	54.5
Sombra...	Máxima	42.8	39.3	38.4	36.7	29.6	26.7	28.5	28.9	28.3	34.2	36.5	39.1	42.8
	Mínima	7.6	7.8	4.6	2.4	— 1.9	— 4.0	— 3.5	— 3.8	— 1.8	— 1.4	3.4	7.1	— 4.0
	Excursión	35.2	31.5	33.8	34.3	31.5	30.7	32.0	32.7	30.1	33.6	33.1	32.0	46.8
A mt. 0.30	Máxima	30.1	30.1	28.6	26.2	20.9	18.6	17.1	17.7	20.2	23.6	26.8	29.4	30.1
	Mínima	18.1	19.0	18.0	14.1	9.7	7.1	5.9	6.8	8.5	11.1	12.6	17.7	5.9
	Excursión	12.0	11.1	10.6	12.1	11.2	11.5	11.2	10.9	11.7	12.5	14.2	11.7	24.2
A mt. 0.90	Máxima	25.9	25.9	25.6	24.8	20.6	17.7	16.0	15.4	16.7	19.7	22.4	24.6	25.9
	Mínima	20.9	21.5	20.5	17.8	14.5	11.9	10.6	10.8	11.1	12.9	16.1	19.1	10.6
	Excursión	5.0	4.4	5.1	7.0	6.1	5.8	5.4	4.6	5.6	6.8	6.3	5.5	15.3
A mt. 1.50	Máxima	23.4	23.8	23.8	23.4	21.2	18.8	16.9	15.7	16.2	18.1	19.7	21.7	23.8
	Mínima	19.8	21.1	20.6	18.4	15.1	14.3	13.3	12.8	13.2	13.8	15.5	18.1	12.8
	Excursión	3.6	2.7	3.2	5.0	6.1	4.5	3.6	2.9	3.0	4.3	4.2	3.6	11.0
A mt. 10.0	Máxima	18.1	18.1	18.1	18.0	18.0	18.0	18.2	18.2	18.2	18.2	18.1	18.1	18.2
	Mínima	17.8	17.7	17.7	17.7	17.8	17.8	17.8	18.0	18.0	17.9	17.9	17.8	17.7
	Excursión	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5

MESES	TEMPERATURA C. DEL SUBSUELO A LA PROFUNDIDAD DE									TEMPERATURA DEL AIRE	
	M. 0.30	M. 0.60	M. 0.90	M. 1.20	M. 1.50	M. 5.00	M. 10.00	M. 15.00	M. 20 00	Sombra	Intemperie
Enero	24°.4	24°.1	23°.3	22°.2	21°.3	17°.5	17°.9	17°.7	17°.7	22°.3	24°.0
Febrero	24.4	24.4	23.8	23.0	22.3	18.0	17.9	17.7	17 7	22.0	23.2
Marzo	22.4	22.9	22.8	22 5	22.2	18.4	17.9	17.7	17.7	20.2	21.0
Abril	19.3	20.4	20.8	21.0	21 1	18.8	17.8	17 7	17.7	17.4	17.6
Mayo	15.4	16.8	17.7	18.6	18.9	19.0	17.9	17.7	17.7	13.8	13.7
Junio	12.1	13.6	14.7	15.9	16.6	19.0	17.9	17.8	17.8	10.9	10.8
Julio	11.3	12.4	13.2	14.2	14 9	18.8	18.0	17.8	17 8	10.2	10.2
Agosto	11.5	12 3	12.9	13.6	14.1	18.3	18.1	17.8	17.8	10.6	10.6
Setiembre	13.8	14.0	14.1	14 3	14.5	17.8	18.1	17.8	17.7	12.9	13 4
Octubre	16.7	16.6	16.2	15.9	15.8	17.4	18.1	17.8	17.7	14.9	16.2
Noviembre	19.9	19.6	18.9	18.1	17.7	17.2	18 0	17.8	17.7	18.1	19.8
Diciembre	22.6	22.3	21.4	20.5	19.8	17.3	18.0	17.8	17.7	20.9	22.8
Año	17.81	18.28	18.31	18.32	18.27	18 13	17 97	17.76	17.72	16 19	16.94

CAPITULO VII

El calor y la vegetación

SUMARIO. — 116. Influencia del calor sobre la vegetación. — 117. Temperaturas de germinación, floración y fructificación de algunos vegetales. — 118. Constantes térmicas de vegetación. Métodos para su determinación. — 119. Críticas a los métodos. — 120. Límites térmicos inferior y superior para algunos vegetales. — 121. Modificaciones sugeridas para el termómetro.

116. — *Influencia del calor sobre la vegetación.* Es un problema complejo el de la influencia del calor sobre los fenómenos de la vegetación, siendo difícil deslindar los efectos de otras influencias concomitantes, por ejemplo, la humedad, la luminosidad, la electricidad atmosférica, etc.

De la temperatura depende la distribución geográfica de las plantas. Dependen también de la misma, para cada localidad, sus distintas fases: germinación, desarrollo, floración, fecundación, fructificación y madurez, que no se cumplen perfectamente sino cuando la temperatura alcanza a ciertos valores y no excede de ciertos límites (se aceptan hoy como extremos, más allá de los cuales cesa de actuar la vida vegetativa, 4° y 50°6).

La vid, por ejemplo, no llega a madurar sus racimos si la temperatura de la estación cálida no alcanza por lo menos a 15° C.

117. — *Temperaturas de germinación, floración y fructificación.* Las fases vegetativas exigen cierta temperatura media para producirse. Resumiré en un cuadro los valores correspondientes a algunos vegetales.

VEGETALES	Germinación	Floración	Fructificación
Azafrán	12°C.	19°C.	23°C.
Habas.	6	10	16
Vid.	10	18	21
Maiz	11	18	20
Papa	7	14	14
Algodón	15	21	25
Trigo	5	16	21
Alfalfa	8	12	16
Arroz	12	22	23
Duraznero	7	9	20
Lino	10	15	20
Poroto.	8	15	18
Tabaco	8	19	21
Castaño	8	17	20

118. — *Constantes térmicas de vegetación.* Admitiendo que las plantas encuentren en un clima dado las condiciones térmicas necesarias para que se produzcan las distintas fases vegetativas, debemos averiguar qué total térmico (expresado en suma de grados C.), exige cada fase y cuál el exigido por la evolución total de las mismas (total que varía de una a otra especie). A ese factor lo llamaron algunos agrónomos *constante térmica.*

Varios métodos se emplean para determinar dicha constante. Uno consiste en sumar los promedios diarios de la temperatura, desde el momento que se arroja a la tierra la semilla, hasta el día de la cosecha del fruto: o desde el cierre de un ciclo hasta el cierre del inmediato, atribuyendo a cada uno de los ciclos el total que le corresponde por suma.

Un segundo método más razonable porque descarta el período de estacionamiento o período inactivo, es el que aconseja Angot. En la hipótesis justificada de que las plantas no empiezan a experimentar efectos útiles para su desarrollo sino a partir de una temperatura dada, que varía para cada especie, sostiene este meteorologista que la determinación del total térmico no se debe hacer sino partiendo de un límite determiando en cada caso. Así, por ejemplo, el maíz madura cuando las sumas de las temperaturas diarias, contadas desde que el promedio diario excede de los 13° C.,

alcanza los 2.500°. Las temperaturas inferiores a trece grados no permiten la vegetación de esta especie y, por lo tanto, no deben comprenderse en el cálculo.

Pregúntome, sin embargo, si no procedería en este caso el tener en cuenta, a lo menos para el período que llamaremos de gestación (germinación) subhúmica, no ya la media temperatura exterior, sino la de la capa donde se encuentra y trabaja la semilla; temperatura que, como se ha visto, difiere sensiblemente de la exterior por distintos conceptos.

De experimentos realizados empleando el método susodicho, resulta que: El *olivo* requiere un total de 4.000° C.

La uva colorada, de 4.500° (2.600° después de su floración).

La *uva blanca,* de 4.300° (2.400° después de su floración).

El *maíz de Pensilvania,* de 3.200°.

El *arroz* común, de 3.200°.

El *trigo,* de 2.500° (1.600° después de su floración).

El *lino,* de 1.460°.

Si el clima de un lugar suministra un total térmico dado en breve tiempo, las funciones vegetativas se realizan precipitadamente y con irregularidad a expensas unas de otras.

Si la acumulación térmica se produce con demasiada lentitud, la planta sufrirá atrasos en su desarrollo y éste quizá quede incompleto.

En la aplicación del método que acabamos de exponer puede procederse según la fórmula:

$$S = dt + ft' + mt''$$

en la que S es la suma térmica; *d, f, m,* representan la suma de los días de las tres fases principales, germinación, floración, madurez; y *t, t'* y *t''* la temperatura media de cada faz. Así, por ejemplo: En el vegetal A sea:

$d = 40$ d; $t = 14°$; entonces $d = 560°$ C.
$f = 45$ d; $t' = 17°$; entonces $ft' = 765°$ C.
$m = 76$ d; $t'' = 20°$; entonces $mt = 1520°$ C.
Luego $S = 2845°$ C.

119. — *Crítica de los métodos anteriores.* No debemos ocultar que este método, bastante en boga entre los agrónomos, se presta a serias objecciones: la tendencia moderna es a suplirlo por procedimientos más racionales.

(Consúltese: V. O. Askinazy. — "Observaciones llevadas paralelamente (meteorológicas - fenológicas) — S. Peterbourgo 1912. Dr. Azzi — "Organización de un Servicio de Meteorología Agraria).

Passerini, al comentarlo, hace observaciones que conviene resumir por su importancia.

Si no llegamos a considerar absolutamente empíricos los procedimientos mencionados, ni les negamos cierto valor científico, fuera de toda duda que no se prestan para determinaciones de carácter riguroso. Partamos del principio de que la temperatura indica nivel térmico y no cantidad de calor, dos cosas que se confunden con bastante frecuencia.

Recuérdese aquí lo que dijimos en el parágrafo 19 sobre la diferencia entre calor y temperatura, y vengamos a nuestro asunto.

Si la temperatura indica tan sólo nivel térmico y no cantidad de calor, la suma de los grados o de los promedios térmicos no representará en realidad el número de calorías absorbidas por la planta en las distintas fases de su evolución vegetativa. El procedimiento peca, pues, por un defecto de método.

Agréguese a ello que en estas sumas no se tienen en cuenta los efectos de los extremos. Como ya se ha dicho al hablar de los promedios, éstos pueden resultar iguales a pesar de la gran diferencia de sus componentes. Así, por ejemplo, se obtendrían temperaturas medias iguales con las siguientes combinaciones:

$$\text{A.} \quad \frac{\text{Máx. } 42^\circ + \text{Mín. } -2^\circ}{2} = \text{T. M. } 20^\circ$$

$$\text{B.} \quad \frac{\text{Máx. } 26^\circ + \text{Mín. } 14^\circ}{2} = \text{T. M. } 20^\circ$$

Para el calculador de totales térmicos los promedios así obtenidos tendrían igual significación: pero salta a la vista que

aún no teniendo en cuenta los efectos perjudiciales de las temperaturas excesivas, la vegetación habría sufrido durante el período de mínimas muy bajas un entorpecimiento no compensado por los valores máximos.

En tercer lugar, en la suma de los grados sólo nos referimos al calor que el aire cede a las plantas y para nada al que las plantas pueden recibir directamente del sol.

Resulta evidente, pues, que el valor obtenido no es sino una fracción del calor absorbido por el vegetal.

Desgraciadamente, si el método, aún con las modificaciones de Angot, es defectuoso, todavía no se ha encontrado otro que pueda prácticamente substituirlo, dada la dificultad de asignar el debido peso a los múltiples factores que deben tomarse en cuenta. Sobre todo a la influencia, no considerada en la fórmula, de la temperatura del suelo, variable con las condiciones de composición física y química del suelo, humedad etc., y que desempeña en la evolución total de la planta un papel fundamental. A eso convergen estudios serios que en día no lejano darán al problema la solución buscada.

120. — *Temperaturas Críticas — Límite Superior — Inferior — Optimum.* Ya hemos hablado de las temperaturas necesarias para que se efectúen los principales fenómenos vegetativos. Ahora bien, para cada uno de éstos y para cada especie vegetal existen las así llamadas temperaturas críticas, límite inferior, límite superior, más allá de los cuales las funciones cesan total o parcialmente hasta producirse la muerte del vegetal. En fin, se señala un *óptimum,* es decir, aquella temperatura en que la función se cumple con la mayor actividad y energía. Resumiremos algunos ejemplos:

Temperaturas Críticas de Germinación

VEGETALES	Límite término inferior	Optimum	Límite superior
Trigo	5°.0	28°.7	42°.5
Maiz	9.5	23.7	46.2
Trifolium repens	5.7	21.3	28.0
Avena	2.0	28 0	—
Zapallo	13.7	33.7	46.2
Habas	3.0	22.0	—
Cáñamo	—	31.5	42.5
Lino	2.0	22.0	—
Melón	16.0	—	—
Poroto	9.5	33.5	46.6
Sandía	—	37.5	—

La temperatura del suelo, por lo general, es inferior al óptimum, razón por la cual la germinación se retarda más de lo que podría hacerlo esperar la temperatura exterior.

Para algunas plantas pueden provocarse los efectos de un aumento de temperatura sumergiendo previamente la semilla en un baño de agua tibia.

El óptimum de acrecentamiento de la raíz es, en general, superior al de la germinación. Para el lino, por ejemplo, es de 27°4. Para el maíz, 34°.

En fin, debe recordarse que si la función clorofílica depende en gran parte de la luz, la temperatura puede exaltarla o moderarla.

121. — ***A propósito de algunas modificaciones que sería conveniente introducir en el Termómetro empleado como Fito - Termómetro.*** Modificaciones análogas a las que el profesor propone fueron a su tiempo y con iniciativa independiente, propuestas por el señor Cantoni (Bs. Aires), sin que, por motivos de distinta índole (entre otros, por la inercia de la costumbre) se llegase nunca a hacer práctica y usual la modificación propuesta.

Para el servicio que de él se exige, el termómetro destinado al estudio de los vegetales, debiera hallarse en las condiciones más aproximadas posibles de igualdad con el vegetal estu-

diado. El vegetal contiene siempre una cantidad más o menos crecida de agua, desde el 90 % de la lechuga hasta el 35 % del ñandubay. La proporción de agua aumenta en los brotos y ramas tiernas y en las hojas, sobre todo las carnosas.

Bajo la acción del calor o bajo la acción mecánica del viento la planta está expuesta a perder por evaporación una parte de los humores que contiene, mayor o menor en proporción a la energía que la provoca y a la capacidad higrométrica del medio en que la planta se desarrolla.

Siendo un hecho que tal evaporación requiere, para producirse, una cantidad determinada de calor, resulta que la planta lo proveerá a sus expensas y en detrimento de sus reservas térmicas.

Un termómetro común de vidrio no posee líquidos que ceder a la atmósfera y no sufrirá por este concepto, pérdidas de calor. No se halla, por tanto, ni lejanamente en paridad de condiciones con la planta. Esta, expuesta a la acción de un viento impetuoso y seco (los vientos del tercer cuadrante, por ejemplo), podrá ceder a la atmósfera tal cantidad de agua por el conducto de la evaporación, que le ocasione un descenso de varios grados, mientras el termómetro común, colocado a su lado, nada teniendo que perder, conservará la temperatura ambiente.

Después de lo dicho resulta claro, nos parece, que si aceptamos sus indicaciones para el estudio del vegetal, nos exponemos a resultados erróneos por ser erróneo el punto de partida.

¿Qué procede hacer en este caso? Poner el termómetro en la condición más aproximada a la del vegetal, es decir, en condiciones de sufrir también pérdidas de calor por efecto de la vaporización. Este resultado se obtendrá empleando termómetros de depósito algo mayor que los habituales y preferentemente de forma cilíndrica, envueltos en una delgada y bien adherida funda de muselina que se conservará permanentemente humedecida. No es la absoluta igualdad con las condiciones del vegetal; para aproximarse a ella mucho más de cerca, habría que hacer una adaptación especial para cada individuo estudiado. Pero es indiscutible que nos habremos

puesto en circunstancias mucho mejores que sirviéndonos del termómetro común.

CAPITULO VIII

Causas modificadoras de la temperatura

SUMARIO. — 122. Influencia de la Latitud: Zonas. — 123. La altura. — 124. Límite de de las nieves eternas. — 125. Distribución vertical de los vegetales. — 126. Condiciones higrométricas. — 127. Corrientes atmosféricas. — 128. Corrientes marinas. — 129. Exposición del lugar. — 130. Configuración de la superficie, — 131. El color. — 132. La vegetación y la naturaleza de los cultivos. — 133. Defensas naturales y artificiales.

Numerosas circunstancias contribuyen a la modificación de un clima o de su temperatura, que del clima es el elemento más importante. Nos ocuparemos brevemente de los principales, que son:

1.° La latitud.
2.° Altura sobre el nivel del mar.
3.° El estado higrométrico.
4.° La proximidad de mares, lagos, ríos, etc.
5.° Las corrientes atmosféricas.
6.° Las corrientes marinas.
7.° Exposición de lugar.
8.° Pendientes.
9.° La configuración de la superficie.
10. Las defensas naturales.
10. Las defensas naturales y artificiales.
11. La naturaleza mineralógica del suelo.
12. El color de la superficie.
13. La condición y naturaleza de los cultivos.

122. — *Influencia de la latitud.* — *Zonas.* En teoría, la temperatura debiera ser máxima en el Ecuador; decreciendo gradualmente hacia los polos. Esa disminución puede representarse gráficamente por las perpendiculares bajadas desde la hipotenusa de un triángulo rectángulo sobre el cateto que representa el eje de rotación de la tierra, representando el Ecuador el otro cateto, y asignando a los valores extremos

un promedio anual de 28° C. para el Ecuador y — 20° C. para los polos.

Las condiciones para que se realizara tal distribución de temperatura, serían que la tierra fuese rigurosamente esférica: que la inclinación de su eje sobre la eclíptica no trajera como consecuencia la constante variación de la declinación solar; y, en fin, que la superficie terrestre tuviese composición uniforme e igual nivel.

En la práctica hay notables diferencias entre la temperatura determinada por fórmula y la observada, aún reduciendo los valores al nivel del mar (o en otros términos, descartando la influencia de la altura).

Londres, por ejemplo, se encuentra más al Norte de Milán unos 6° de latitud (Londres L. 51° 1|2; Milán 45° 1|2 L. N.), y sin embargo, la temperatura de esta última ciudad es más rígida.

A igualdad de latitud la costa occidental de la América del Sur tiene una temperatura inferior a la de la costa oriental.

Bagdad, en el corazón del Asia Menor y Fundal en la Isla de Madera, se hallan poco más o menos a la misma latitud: la diferencia es de pocos minutos (L. 32° N.). A pesar de esta igualdad, la primera posee una temperatura media anual de 23° 1, la segunda de 18° 4 C.

En el primer caso la temperatura es modificada por la corriente cálida del Golfo; en el segundo por la corriente fría (polar) de Humbold, que corre en proximidad de las costas meridionales del Pacífico; en el tercero se siente la influencia de las grandes masas de agua que, como veremos, tienden a suavizar los climas, moderando los extremos.

Por circunstancias del mismo orden es que las líneas isotérmicas no coinciden, en rigor, con las latitudes. Sin embargo y a pesar de estas discrepancias los paralelos pueden servir para señalar a la flora y a la fauna terrestres ciertos límites generales de distribución que nos interesa conocer.

Plantas y animales no están diseminados al acaso sobre la superficie terrestre. Su presencia en lugares determinados, responde a la resultante de la acción definida y excelente de

numerosas condiciones naturales que bien puede definirse por esta otra frase: Agentes naturales o, más brevemente, clima.

Por causa del clima, plantas y animales quedan confinados a ciertos límites más allá de los cuales la existencia se les hace muy difícil cuando no imposible.

La zona glacial da vida a contadas especies vegetales: las que adquieren mayor altura, apenas pueden llamarse arbustos. En compensación prosperan con exhuberancia los musgos, líquenes y similares.

Como excepción y siempre mediante artificios de la cultivación, en algunos lugares se obtienen leguminosas con cosechas de muy escaso rendimiento.

La zona glacial cuenta con muy pocos mamíferos: los renos, el oso blanco, el buey, la zorra, el perro, la oveja, la liebre, etc. Es muy pobre en variedad de pájaros y fecunda en peces: focas, ballenas, bacalao, etc., son propios de esos mares, especialmente de los boreales.

El paso de la zona glacial a la templada es señalado por la presencia de coníferas (abetos, pinos, araucarias), en menor copia los frutales, algunos cereales hasta el lino y el cáñamo que alcanzan mayores proporciones y más perfecto desarrollo a medida que se avanza hacia latitudes más bajas. El pino, el abeto, el fresno, el roble, el olmo, el olivo, el tilo, etc., se suceden.

Desde los 46° hasta los 30° prosperan los olivos, naranjos, higueras, nogales, almendros, etc.

La parra y la morera tienen su zona de vegetación entre los 47° y los 32°.

La mayor parte de los frutales que nos son familiares, sufren igualmente por la proximidad de las regiones tropicales y de las polares.

La fauna de la zona templada está caracterizada por el mayor número de animales domésticos.

En la zona tórrida la vegetación adquiere ese poderoso desarrollo, esa grandiosidad exhuberante que constituye uno de los mayores encantos de la naturaleza, sin igual en la magnificencia de los florestas tropicales. Calor, luz y hume-

dad contribuyen a este resultado. Es la región de los árboles gigantescos (por ejemplo, el baobab, adansonia digitata, cuyo tronco alcanza a menudo una circunferencia de veinte metros), de las maderas preciosas, de los bálsamos, de las gomas, de los perfumes, de las especias (clavo, pimienta, canela, etc.), del algodón, etc.

Es la patria por excelencia de las orquídeas, de los helechos arborescentes y de las palmeras. El thé, el café, el azúcar, el cacao, la vainilla, etc., etc., encuentran en este clima su *óptimum*.

Análoga prodigalidad, igual exhuberancia de las manifestaciones vitales de la naturaleza se observa también en la fauna. Su ornitología nos brinda pájaros del más vistoso plumaje. Los mamíferos más robustos y más feroces pueblan sus impenetrables florestas o sus desiertos que el sol calcina. Los insectos, ostentando toda la gama de los colores en combinaciones vivaces, se clasifican por cientos de miles de especies. Los reptiles abundan más que en ninguna otra zona. Llegan a veces a dimensiones impresionantes (el boa - constrictor puede alcanzar un largo de 17 metros) y poseen condiciones de virulencia y toxidad a menudo mortales.

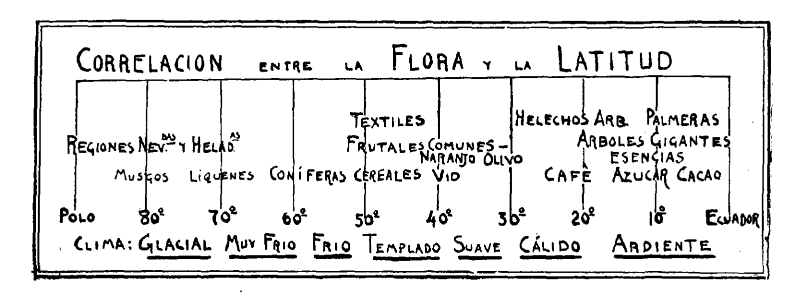
Es la región típica de los zoófitos, corales y madreporas, etc.

En resumen, (y limitándonos a la flora) la latitud influye sobre ella en forma tal que, descendiendo del Ecuador a los Polos, a las palmas y helechos arborescentes, siguen por orden el naranjo, el olivo, la parra, los frutales comunes: a éstos y en parte con ellos, los cereales, las plantas textiles: luego las praderas, las grandes manchas coníferas y en fin las regiones nevadas y heladas con vegetación raquítica o sin vegetación.

Una división más detallada que la común de cinco zonas a la que nos hemos referido: (una tórrida entre los trópicos del Cancer y del Capricornio: dos templadas, entre los trópicos y los círculos polares ártico y antártico: dos glaciales, entre los polos o los círculos polares), es la siguiente adoptada por buenos autores, que divide la tierra en siete dobles zonas térmicas.

Clima ardiente	hasta	los	23° L	Temp.	med.	27°5	a	25 0 C.
Clima cálido	»	»	23° a 30°	»	»	25.0	a	24.0
Clima suave	»	»	30 a 40	»	»	24.0	a	16.0
Clima templado	»	»	40 a 50	»	»	16.0	a	10.5
Clima frio	»	»	50 a 60	»	»	10.5	a	5 5
Clima muy frio	»	»	60 a 70	»	»	5.5	a —	7 0
Clima glacial	»	»	70 al Polo	»	» —	7.0	a —	23.0

Correlación entre la Flora y la Latitud



En realidad esa distribución y esos valores corresponderían con mayor exactitud al hemisferio Norte, abundando más las observaciones que les sirven de base. Pero pueden aceptarse como línea general para el hemisferio austral siempre que se tenga en cuenta que las condiciones especiales de distribución de tierras y aguas contribuyen aquí, por un lado a suavizar los extremos y por el otro a reducir en alg[illegible]s promedios (en igualdad de latitud).

123. — *Altura sobre el nivel del mar.* La condición del aire, diatérmano para el rayo solar del cual absorbe una parte pequeña al ser atravesado por él, y por el contrario, absorbente para el calor irradiado desde el suelo hacia el espacio; así como la mayor densidad e impureza de las capas inferiores que aumentan su poder absorbente, hacen que la temperatura vaya en disminución con la altitud.

Podemos decir, pues, que en realidad el foco directo de calor para la atmósfera es la superficie terrestre y no el sol. El fenómeno, sin embargo, está sujeto a frecuentes anomalías.

Las observaciones practicadas por medio de globos - sondas,

cometas o ascensiones aerostáticas tripuladas, o también en observatorios de montaña, prueban que es común el caso de corrientes atmosféricas superpuestas, de dirección y velocidad diferentes que conservan largo tiempo con plena independencia unas de otras: lo que (dado el eslabonamiento de los fenómenos meteorológicos entre sí), trae como consecuencia alteraciones en la que debiera ser la marcha normal de los otros fenómenos, la temperatura entre ellos.

No concuerdan los físicos en el coeficiente de disminución térmica. Si el aire no contuviera vapor de agua, la disminución equivaldría a 1° C. cada 101 m. (Mohn).

Pero esta condición es teórica: en la práctica se lucha con la dificultad de los diferentes estados higrométricos en las distintas capas y de su continua variación. Los coeficientes fluctúan entre 200 m. y 120 m.

En 1894 (Dic. 4) Berson durante una ascensión aerostática encontró como coeficiente de disminución de temperatura por cien metros verticales:

De 1450 m.	a 4250 m	0°55 C.	= 1°	por	182
4250	a 6050	0°81	» = 1°	»	123
6050	a 8050	0°63	» = 1°	»	159
8050	a 9050	0°91	» = 1°	»	110

Promedio de 1450 a 9059 1° cada 143 m.

Teisserenc de Bort el 8 de Junio de 1898, en uno de sus frecuentes lanzamientos de globos - sondas, obtuvo:

De 0 m.	a 1.000	1°17	Equiv. a	1°	por	588 m.
1.000	2.000	0°58	»	»	»	172
2.000	3 000	0°61	»	»	»	164
3.000	4.000	0°59	»	»	»	169
4.000	5.000	0°74	»	»	»	135
5.000	6.000	0°54	»	»	»	185
6.000	7.000	0°59	»	»	»	169
7.000	8 000	0°78	»	»	»	128
8.000	9.000	0°79	»	»	»	126
9.000	10.000	0°78	»	»	»	128
10.000	11.000	0°86	»	»	»	116
11.000	12 000	0°80	»	»	»	125
12.000	13.000	0°60	»	»	»	166

Si se descarta el primer resultado de Teisserenc de Bort, evidentemente anormal, se obtiene como coeficiente medio de disminución entre 1.000 y 9.000 mt. un grado cada 143 m. con Berson y cada 156 m. con Teisserenc de Bort. En dos de nuestras observaciones practicadas una en la Isla de Flores y otra en el Observatorio del Prado utilizando cometas, obtuvimos por cada 100 metros:

De 0 m. a 1.200 0°49 o sea 1° por 204 m.
De 0 m. a 700 0°67 o sea 1° por 149 m.
Promedio 1° cada 176 m.

Podemos, pues, establecer como valor medio de la disminución de la temperatura con la altura (para la tropo - esfera) 1° por cada 150 m., dando a las observaciones mencionadas el peso que les corresponde y sin olvidar lo que en otro lugar decimos de la isoterma de Teisserene de Bort, 9 - 11000 mt.

Variación térmica a pequeñas alturas. Tratándose de la variación de la temperatura para desniveles que no excedan de los 150 m. (es éste el caso más común de nuestro territorio) deben mencionarse por su importancia las deducciones a que llega sobre observaciones propias el meteorologista Passerini, (confirmadas en parte por observaciones directas pero saltuarias del profesor de la materia, 1908 - 10).

1.° — En general la temperatura mínima es más pronunciada en la llanura que en la colina.

2.° — Las máximas en el mayor número de los casos fueron más elevadas en la llanura que en la colina, aunque las diferencias resultaron menores que para las mínimas.

La razón principal del fenómeno, muy importante en la práctica, se encuentra en el principio por el cual la irradiación del calor hacia el espacio es tanto mayor, cuanto más el cuerpo irradiante se halla próximo a la horizontalidad.

124. — *Límites de las nieves eternas.* Con la disminución de la temperatura con la altitud se correlaciona el límite de las nieves eternas, límite que está en razón inversa de la latitud. En los Andes toca su máxima de 4.797 mt. a 1° de Latitud Sur y de 1.200 mt. en el Estrecho de Magallanes (Lat. 53°).

125. — *Distribución vertical de los vegetales.* Con esa misma disminución correlaciónase la distribución vertical de los vegetales en un orden que marcha de acuerdo con la distribución de los mismos, del Ecuador a los Polos y del que ya nos hemos ocupado.

126. — *Influencia de las condiciones higrométricas.* El enriquecimiento higrométrico del aire se debe a la evaporación que desde los mares, los lagos, los ríos, etc., eleva el agua a la atmósfera en forma gaseosa.

Pero no se produce evaporación sin gasto de calor, razón por la cual el fenómeno de la evaporización es seguido siempre por una baja térmica.

Un ejemplo palpable lo experimenta nuestro cuerpo cuya temperatura exterior superficial, desciende hasta producirnos sensación de frío más o menos molesto, a veces seriamente perjudicial, cuando vientos secos y fuertes provocan en los órganos desamparados de nuestro cuerpo una fuerte evaporación.

Fluye naturalmente de lo dicho que cuanto mayor sea la capacidad higrométrica de la atmósfera sobre - estante a una región, mayor será la cantidad de vapor que se halle en condiciones de recibir antes de alcanzar la saturación y, por consiguiente, mayor la pérdida de calor que sufrirá la superficie evaporante.

Yanes Dean afirma que en ciertos distritos de Inglaterra, donde se realizaron importantes y vastos trabajos de saneamiento dando salida rápida a las aguas estancadas, se notó una sensible elevación de la temperatura media anual.

Por el contrario, cuando circunstancias especiales favorecen la condensación (bajo cualquiera de sus formas) del vapor contenido en la capa atmosférica inmediata a la superficie, el vapor al condensarse cede a la atmósfera una cantidad de calor igual a la que necesitó para formarse, elevando así las condiciones térmicas del ambiente. Con lo dicho correlaciónese la influencia que pueden ejercer sobre la temperatura de un lugar la proximidad de mares, lagos, grandes ríos, terrenos cenagosos, etc.

Téngase presente, además, que el agua figura entre los

cuerpos adiatérmanos (malos conductores del calor) y que el poder absorbente de un cuerpo para el calor es igual a su poder emisivo o, en otros términos y para nuestro caso, que el agua tarda en calentarse, pero que también tarda en enfriarse.

Sucede, pues, que en la época del verano el agua obrará como mitigadora de los calores, ya que una parte del calor solar incidente lo absorbe para elevar su temperatura; otra la gasta en la evaporación de la superficie y en fin, una parte, la menor, la devuelve por irradiación a la atmósfera.

En la estación invernal su misión es de mitigadora de los fríos, devolviendo poco a poco el calor que, diremos así, ha almacenado lentamente.

127. — *Influencia de las Corrientes Atmosféricas.* Los vientos traen el sello de las regiones que atraviesan. El simún, el siroco etc., deben su aliento abrasador al hecho de deslizarse sus corrientes sobre el desierto de Sahara, cuyas arenas son violentamente caldeadas por el rayo solar que la atmósfera del desierto, muy pobre en vapor de agua, deja llegar al suelo en su casi totalidad.

Un viento que cruza una gran extensión de agua, trae siempre gran acopio de humedad que se resuelve en lluvia o en niebla al penetrar en los continentes, o eleva rápida y notablemente su estado higrométrico (nariz higrométrica de las brisas del mar). Tales son nuestros vientos del Este.

Las corrientes atmosféricas influyen, luego, poderosamente sobre la temperatura de la atmósfera comunicándole las propiedades térmicas adquiridas en las regiones de su origen o en su trayecto.

Un rápido examen del cuadro y de la gráfica donde reproducimos algunos saltos bruscos de temperatura en nuestro clima, nos convencerá, por ejemplo, de que en su gran mayoría ellos son debidos a la entrada brusca de los vientos del 3.er cuadrante, sobre todo del Pampero, sin que al efecto refrigerante sea agena la temperatura de la lluvia que procede de las regiones elevadas y, por lo tanto, más frías de la atmósfera.

128. — *Influencia de las Corrientes Marinas.* Son conocidos los efectos benéficos de la corriente cálida del Golfo para

las costas de Inglaterra y Noruega. A ella debe Londres el poseer un promedio anual de temperatura igual al de Milán con extremos menos severos, a pesar de su más alta latitud. Recuérdese también el efecto deprimente de la corriente de Humbolt (corriente polar austral) sobre las costas occidentales de la América meridional.

En proximidad de las costas suelen formarse también (locales o derivadas de otras mayores), corrientes de distintas condiciones térmicas. Su conocimiento, dirección, potencia, etc., podrá explicar a veces ciertas características o condiciones diferenciales de clima en puntos situados a corta distancia uno de otro.

129. — *Influencia de la exposición del lugar.* Sea cual fuere su altura, la latitud etc., una superficie recibe una cantidad de calor mayor o menor según la hieran con mayor o menor inclinación los rayos solares (ya lo observamos al hablar de las diferencias de temperatura entre la llanura y la colina): la irradiación del calor hacia el espacio es tanto mayor cuanto más próxima a la horizontalidad se halla la superficie irradiante. Teniendo en cuenta estos principios: constatando el hecho de que ciertos parajes, por su ubicación, están en condiciones de recibir, durante más tiempo el rayo solar o de no recibirlo nunca durante el año, se comprenderá como para nosotros las pendientes que enfrentan el Norte deben ser por ese concepto más calientes que las que enfrentan el Sur; las que miran al Oeste más que las que miran al Este (aún teniendo en cuenta el efecto refrigerante de los vientos del tercer cuadrante).

En igualdad de las demás circunstancias, para el cultivo de la viña y, en general, de los frutales, parecen indicadas las exposiciones desde el NW. al ENE., también menos batidas por vientos fuertes. Se procurará dar el flanco y no el frente de los hilaños al viento pampero, amparándolos contra los efectos destructores de los vientos impetuosos de ese cuadrante y amenguando al mismo tiempo los posibles perjuicios del granizo, cuyas mangas, en un porcentaje que mucho se aproxima a la totalidad, suelen traer esa dirección (aunque el granizo

sea fenómeno de escasa frecuencia en nuestro clima, en el Verano).

130. — *Influencia de la Configuración de la Superficie y de la Naturaleza Mineralógica del suelo.* No debemos olvidar nunca que cada terreno representa un clima aparte, del que las observaciones climatológicas practicadas en el mismo país, en el mismo departamento, a corta distancia unas de otras algunas veces, no representan sino los grandes rasgos generales. La fisonomía individual climatológica del paraje debe ser obra del agrónomo si estima su labor y pretende darle fundamentos serios.

La especial configuración del terreno y su naturaleza entra en juego poderosamente para los resultados de esta individualización. Una superficie abierta, sin accidentes, está más expuesta a la acción de los vientos, cuya circulación no encuentra obstáculos: habrá luego una mayor evaporación, cuyas consecuencias será un descenso de temperatura.

En igualdad de otras circunstancias, estos parajes acentúan más los extremos.

Un valle húmedo por numerosas y abundantes corrientes de agua, o la presencia de lagos o lagunas: cerrado por el lado de donde proceden los vientos fríos (Sur y adláteres), abierto al Norte y adláteres (no se olvide que nos referimos especialmente a nuestros países) puede permitir un clima suave, donde la latitud exigiría un clima frío haciendo posibles cultivos de latitudes más bajas. En el Hemisferio Septentrional se nos ofrece un ejemplo clásico de la influencia del lugar, en la región de los lagos lombardos, en cuyas orillas, defendidas por altas montañas del soplo helado del septentrión y suavizadas por la humedad que se desprende de las aguas, prospera el naranjo y el olivo, a pesar de sus 45° de Latitud.

Dijimos que las tierras se caldean con mayor facilidad que las aguas, aunque con mayor rapidez se enfrían. Se indica esta propiedad diciendo que su calor específico es menor que el de las aguas. Siendo *uno*, el calor específico del agua, en igualdad de volumen tienen:

	Seco	Húmedo
Turba	0.11	0.72
Barro	0.18	0.55
Arcilla	0.15	0.61
Arena.	0.13	0.34

La arcilla es la que ofrece las más considerables variaciones: el suelo húmedo presenta menos variaciones que el seco. Litron llega, al respecto, a las conclusiones que se resumen:

1.° La constitución mecánica del suelo influye en sus condiciones térmicas en el sentido de que cuanto más pequeñas son las partes, más débil es su conductibilidad: en otros términos, recibe menos pero devuelve también menos calor.

2.° La constitución petrográfica y química desaparecen ante la importancia de la constitución mecánica. Parece demostrado, sin embargo, que la presencia de la cal y la magnesia reducen en algo la conductibilidad.

3.° Los suelos húmedos conducen el calor mejor que los secos.

4.° Aunque el agua posee un calor específico mayor que el suelo, el suelo húmedo conduce el calor mejor que el agua.

131. — *Influencia del color.* Si se exponen al rayo solar dos termómetros iguales, de los que uno con depósito libre, el otro con depósito ennegrecido, se observará entre los dos una diferencia sensible en favor del último que se acentuará a medida que sea más pobre el estado higrométrio del aire.

El de bulbo libre habrá devuelto por irradiación al espacio una parte notable del calor que hasta él llegara: el de depósito ennegrecido habrá funcionado como un mejor absorbedor.

En los terrenos sucede algo análogo. Los más oscuros, en igualdad de las demás circunstancias, están en mejores condiciones de absorción: ésta es mayor para los suelos rojos que para los amarillos, mínima para los blancos o claros.

Aunque el color del suelo influya en la proporción del calor absorbido o devuelto, no se sigue de ahí necesariamente que las tierras obscuras pierdan su calor con una rapidez correspondiente bajo la influencia de la irradiación nocturna.

Tratándose de radiaciones de débil refrangibilidad, como las emitidas a las temperaturas ordinarias, el color no ejerce sobre el fenómeno una acción decisiva. Por consecuencia un suelo obscuro llega a ganar en su favor diferencias térmicas sensibles.

132. — *Influencia de la vegetación y de la condición y naturaleza de los cultivos.* Puede decirse, en tesis general, que la vegetación ejerce sobre la temperatura un efecto análogo al de las superficies líquidas suavizando los extremos, si bien en menor proporción.

En la estación estival y durante el día un terreno cubierto de vegetación se calienta menos que un terreno árido. Durante la noche su irradiación hacia el espacio, por efecto del vapor de agua exhalado por las hojas, es menos intensa que en el suelo desnudo.

Hall dice a este respecto: "Una tierra protegida contra la evaporación y también, en cierta medida, contra la irradiación por la vegetación que la cubre, es siempre más cálida y menos sujeta a las variaciones de temperatura que una tierra desnuda".

133. — *Defensas naturales y artificiales.* En ejemplos anteriores se ha demostrado la influencia de los abrigos naturales que oponiéndose a las corrientes frías e impetuosas, pueden modificar las condiciones térmicas de una zona. En pequeña escala se obtiene ese mismo resultado con defensas artificiales, consistentes, p. ej., en plantaciones arbóreas, cercos, etc., convenientemente ubicadas.

En nuestro clima tales defensas deberán resguardarnos de los vientos del WSW., S. y SE., que son los más impetuosos y más fríos.

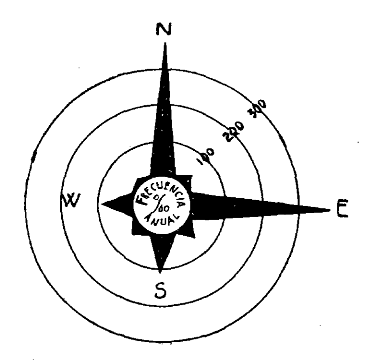
Estas consideraciones pueden explicar las diferencias encontradas en los resultados obtenidos en puntos cercanos con idénticos procedimientos de cultivo.

CAPITULO IX

El viento

SUMARIO—134. Dirección. Frecuencia según las horas. Rotación diurna en Enero y Julio.—135. Velocidad. Marcha diurna. Mayores velocidades según los rumbos. Records.—136. Calmas absolutas y relativas.

134. — *Dirección del viento.* Si se reducen las direcciones a ocho rumbos y se considera en conjunto la frecuencia del viento por cada una de las mismas sobre la base de tres obser-



Frecuencia anual del viento ‰ en Montevideo

vaciones diarias (7 h., 14 h., 21 h.) durante un largo período, el predominio pertenece al viento Este (370 o|oo): lo sigue con escasa diferencia el Norte (364 o|oo). La frecuencia por mil de los demás rumbos es como sigue:

Frecuencia anual del viento

Norte	364	‰
Noroeste	5	»
Oeste	79	»
Suroeste	27	»
Sur	102	»
Sureste	33	»
Este	**370**	»
Noreste	20	»
	1.000	

La figura presenta estas cifras traducidas en gráfico.

Pero si el material numérico de observación que ha permitido formar el cuadro anterior, se examina por meses y estaciones, salta inmediatamente a la vista el predominio del viento Norte en la estación fría (Mayo, Junio, Julio, Agosto) que desaloja al Este el primer puesto.

Frecuencia de rumbos según las horas. Siempre limitándonos a la serie de las tres observaciones diarias mencionadas más lejos, el examen de la frecuencia ofrece modalidades bien definidas, donde se descubre la influencia de la brisa.

Frecuencia anual del viento °/oo

	A las 7 h.	A las 14 h.	A las 21 h.
N	**740**	180	190
N W	10	10	0
W	30	160	30
S W	20	50	0
S	40	200	70
S E	10	50	30
E	120	**350**	**650**
N E	30	0	30
	1.000	1.000	1.000

El cuadro anterior evidencia:

1.° Que a las 7 h. y en cualquier época del año, el Norte (viento de tierra para nosotros) predomina con exceso sobre todas las demás direcciones. El sólo absorbe 740 o|oo.

2.° A las 14 h. la predominancia, si bien en una escala menor, pasa al viento Este con 350 o|oo.

3.° A las 21 h. el predominio del viento Este se afirma y se acentúa en proporciones análogas a las del viento Norte a las 7 h.

La rotación diurna del viento en Montevideo estudiada sobre la base de un decenio de observaciones horarias (1906 - 15). Para mejor destacar la influencia de las condiciones locales

en la frecuencia del viento, se ha hecho un estudio detallado del período 1906 - 1915 para lo cual se disponía de observaciones horarias.

El criterio seguido fué el siguiente: Por cada una de las 24 horas y en cada uno de los 120 meses del decenio, se dedujo el viento predominante y su frecuencia por mil. Con las predominancias parciales así obtenidas se entró al cálculo de la predominancia horaria para todo el período aplicando la regla del paralelogramo, exactamente como si se tratase de fijar la resultante de fuerzas concurrentes representadas (en este caso) por los diez y seis radios de la rosa de los vientos. (Angot, Météorologie).

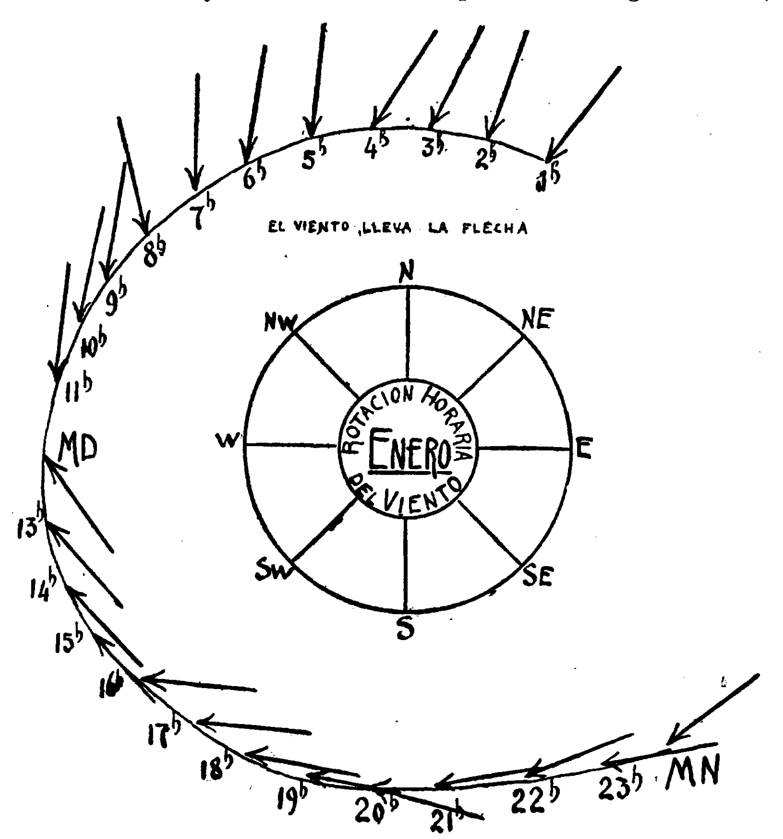
El resultado de ese cálculo se presenta parcialmente para el mes de *Enero,* que guarda mucha analogía con los meses de Noviembre, Diciembre, Febrero y Marzo; y el de *Julio* en representación de los meses invernales.

Rotación horaria del viento en Montevideo (1906 - 15)

Horas	Enero	Julio	Horas
1.	N 36° E	N 8° W	1
2.	N 17° E	N 5° W	2
3.	N 23° E	N 12° E	3
4.	N 31° E	N 2° W	4
5.	N 5° E	N 6° E	5
6.	N 8° E	N 10° W	6
7.	N 2° E	N 45° W	7
8.	N 11° W	N 0°	8
9.	N 13° E	N 8° W	9
10.	N 21° E	N 15° E	10
11.	N 18° E	N 33° W	11
M. D.	S 38° E	N 13° W	M. D.
13.	S 44$_o$ E	N 1° E	13
14.	S 43° E	W 44° N	14
15.	E 40° S	N 30° W	15
16.	E 15° S	W 40° S	16
17.	E 15° S	S 35° E	17
18.	E 6° S	W 25° S	18
19.	E 5° S	E 38° N	19
20.	E 9° N	N 30° E	20
21.	E 7° N	N 17° W	21
22.	E 8° N	N 2° E	22
23.	E 19° N	N 40° W	24
M. D.	N 44° E	W 22° N	M. N.

El cuadro anterior se traduce en gráficos.

La simple inspección del cuadro numérico que representa la ordenación y cálculo de unas quince mil registraciones,

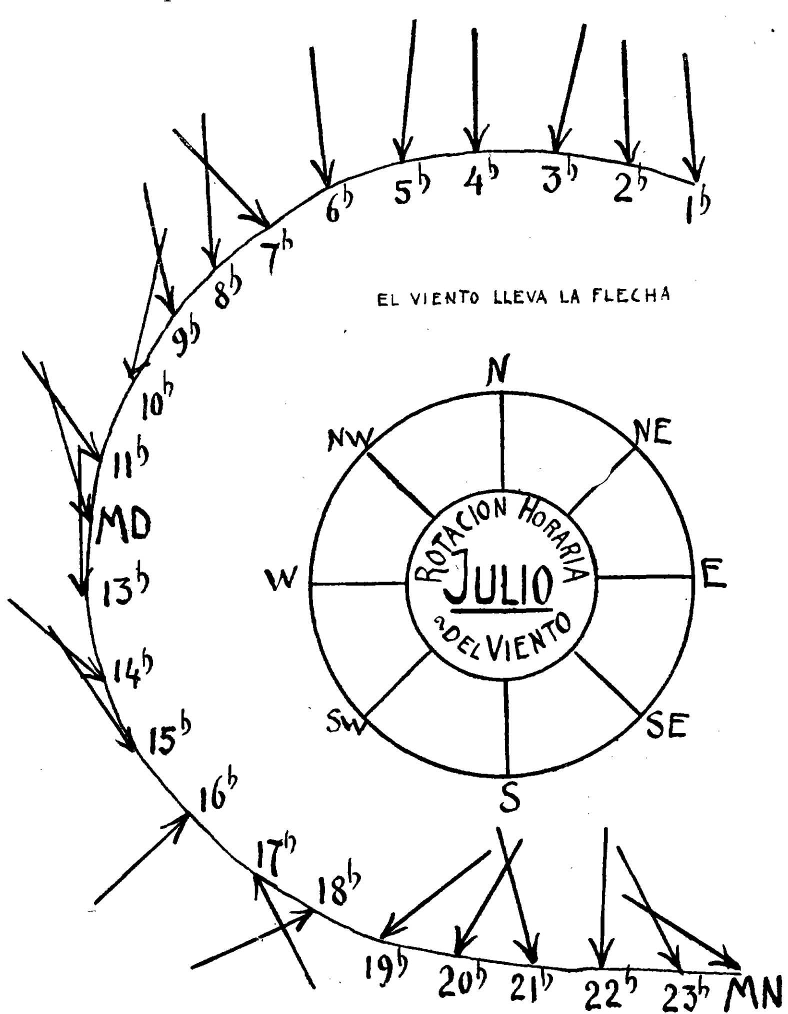


Rotación horaria del viento en Enero

deja ver, por encima de las demás influencias propias de la latitud, el juego de la brisa de mar y tierra superficiales: influencia cada vez más evidente a medida que se avanza hacia la estación calurosa.

Examínese el gráfico correspondiente a Enero. Se supone que el viento, lleva la flecha. Véase cómo desde la media noche hasta las primeras horas de la madrugada (las 4 h. en la figura) el viento sopla del *Noreste* y luego del *Norte* algo al

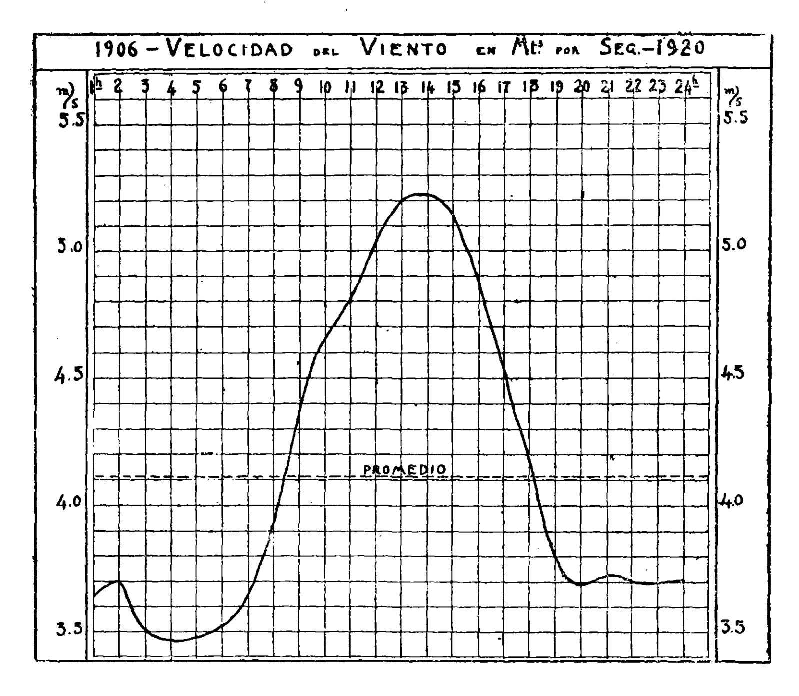
Este hasta las 11 h. - 12 h. Poco después (entre 12 y 13 h.) se entabla para el Observatorio del Prado la brisa de mar



Rotación horaria del viento en Julio

con el *SE.* Desde las 15 h. el viento se inclina al *ESE.*, luego al *E,* dirección que sigue hasta la media noche, pero inclinándose poco a poco al *NE.*

El natural complemento de este capítulo sería el estudio de las corrientes altas, entre ellas las de retorno en el juego diurno de la brisa. Hasta ahora sólo fué abordado — si bien con insuficiencia de datos — mediante nuestros lanzamientos de globos pilotos cuyos primeros resultados (los primeros y únicos, creo, en la América del Sur) se dieron a conocer en una Memoria presentada hace años al Congreso Científico L. A. y que resumimos en la Parte IV de estos apuntes.



Con íntima satisfacción para quien escribe, que a las prácticas meteorológicas debe las horas mejores y las más crueles de su vida, puedo anunciar desde ya la pronta reiniciación de los experimentos aerológicos en ambiente apropiado y con medios eficaces de exploración.

135. — *Velocidad del viento en nuestro clima.* En las 24 horas el viento describe una curva que alcanza su anotación más baja en las horas de la madrugada (3 - 5 h.) y pronuncia su vértice en las primeras de la tarde.

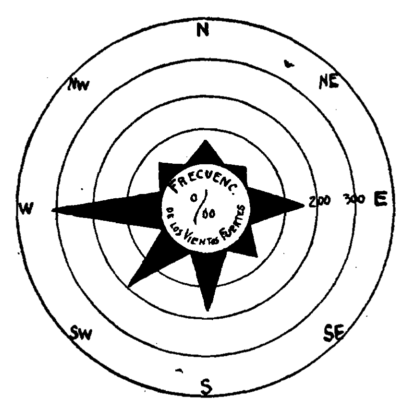
Velocidad media horaria anual del viento (Montevideo 1905-1920)

Horas	En kilometros por hora	En metros por segundo	Horas
1.	13.10	3.64	1
2.	12.92	3.59	2
3.	12.67	3.52	3
4.	**12 49**	**3.47**	4
5.	12.53	3.48	5
6.	12.74	3.54	6
7.	13.10	3.64	7
8.	14.15	3.93	8
9.	15.62	4.34	9
10.	16.78	4.66	10
11.	17.24	4.79	11
M. D.	18.11	5.03	M. D.
13.	18.72	5.20	13
14.	**18.86**	**5.24**	14
15.	18.54	5.15	15
16.	17.57	4.88	16
17.	16 34	4.54	17
18.	14.98	4.16	18
19.	13.64	3.79	19
20.	13.21	3.67	20
21.	13.46	3.74	21
22.	13.39	3.72	22
23.	13.32	3.70	23
M. N.	13.39	3.72	M. N.
Promedio	**14.87**	**4.13**	Prom.

En los quince años del período estudiado se presentaron 659 días con viento de 40 o más kilómetros horarios (sin tener en cuenta la duración), distribuídos en 5903 casos.

	Casos absolutos	Frecuencia por mil
N	341	58
N W	227	38
W	1.851	314
S W	1.106	187
S	983	167
S E	384	65
E	893	151
N E	118	20
Total	5.903	1.000

Se destaca la enorme proporción de los vientos fuertes del Oeste y del Sur - Oeste que, juntos, representan exactamente la mitad de los casos observados. Los sigue el Sur con 187 y el Este con 152 por mil. Los vientos del Norte y adláteres ofrecen los valores mínimos alcanzando apenas entre todos a 116 por mil.



Frecuencia de los vientos fuertes

La Primavera es la estación que cuenta con el mayor númemero de vientos fuertes. La siguen el Invierno y el Otoño. Ultimo el Verano.

Records de velocidad (1901 - 20). De los boletines en nuestro poder y de anotaciones personales transcribimos los siguientes *records* de velocidad del viento durante el período 1901 - 1920.

Máxima en un día, (Junio 1918) 1558 Km.
Máxima velocidad en una hora, (1910) 85 kms.
Máxima en corta duración, (1914) 45 m|s.

Las indicaciones a base de totales horarios pueden dar una idea incompleta de la velocidad del viento, sobre todo (y es el caso más común en las grandes perturbaciones), cuando éste sopla arrachado.

Si tuviéramos que valernos de una forma gráfica para representar la modalidad del viento en esos momentos, más que en una línea continuada la encontraríamos en la figura de los dientes de una sierra, abstracción hecha de la uniformidad de su distribución.

136. — *Calmas.* En nuestra Memoria *"Frecuencia y modalidad de las calmas horarias en Montevideo"* nos ocupamos de este tópico de gran importancia práctica. En la imposibilidad de transcribir ni siquiera en síntesis, los resultados a que llegamos, nos limitaremos a reproducir como conclusión de este artículo, las consideraciones que nos sugiere el estudio mencionado.

Disponemos, decíamos, para emplearla como impulso en los aermotores, de una proporción elevada de horas con viento útil, que en el caso más severo de los analizados anteriormente, se eleva a un 48 % en el período de más activa labor diurna (de 9 h. a 18 h.) y que todavía arroja un 35 % en los períodos menos favorecidos (madrugada y entrada de la noche).

¿No es ésta una condición que podrían envidiarnos muchos países que a pesar de poseer coeficientes más bajos de velocidad y una distribución anual muy irregular y fluctuaria, se esfuerzan con éxito para sacar el mejor provecho de sus menos favorables condiciones eólicas?

Un día relativamente calmoso, reinando NW., desde la segunda azotea del Observatorio del Prado que domina alrededor de 40 molinos de todos tamaños, procedencia y altura, hice un control experimental. Tenía a mi disposición las indicaciones directas de dos anemómetros, y esperé la puesta en marcha de los aermotores.

El resultado fué el siguiente. De los libres, dos terceras

partes pasaban de la quietud al movimiento cuando los anemómetros señalaban entre dos y medio y tres metros por segundo.

A los 12 kilómetros horarios no había parados más que los molinos cerrados.

Ahora bien: téngase en cuenta la alta frecuencia de nuestras horas con viento: que esas condiciones ya favorables de suyo, pueden mejorarse notablemente si se lleva la toma de aire a mayor altura de la que en general se acostumbra, es decir, por encima de los 15 metros, recordando el resultado de nuestros experimentos por medio de los globos pilotos, demostrativos de que en las capas de aire inmediatas al suelo la velocidad del viento crece rápidamente hasta aumentar en un tercio y a veces en 2|5 partes a los 100 metros; que pueden preferirse en muchos casos, para instalación de molinos, parajes altos y lejos de masas arbóreas y construcciones que obstaculizan la marcha del viento reduciendo su velocidad: que, en fin, dado el rápido camino ascendente de la mecánica aplicada, es de esperar se consiga rebajar el valor de las inercias y roces de los aermotores, aumentado su rendimiento; y no podrá negarse que si no utilizamos como fuerza motriz directa o indirecta esta poderosa energía que agita sin descanso la masa atmosférica, traduciéndola en obra útil por medio de los molinos de viento, no será porque la naturaleza haya dejado de favorecernos también en ésta, como en otras muchas manifestaciones de su liberalidad.

CAPITULO X

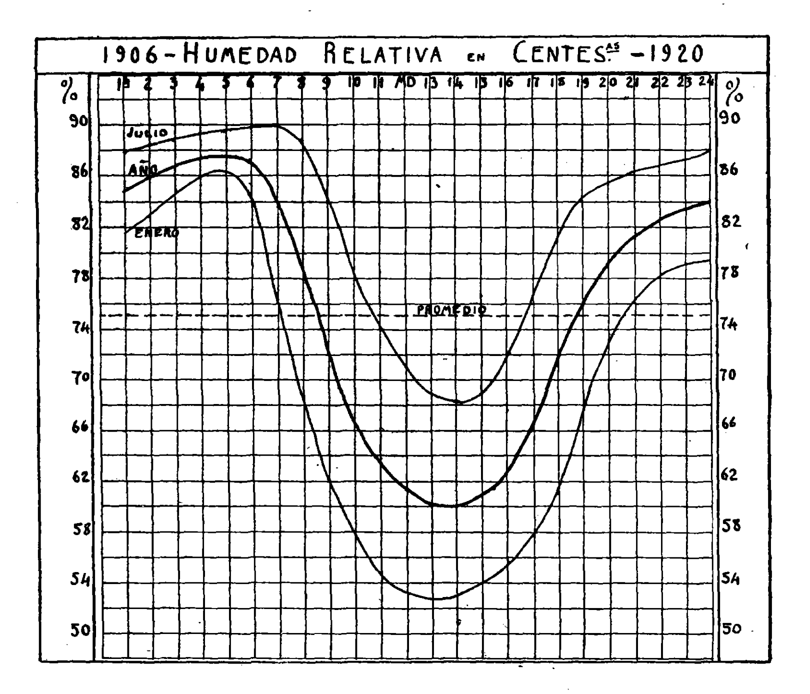
La humedad en nuestro clima

SUMARIO. — 137. Sus características. — 138. Resultados de observaciones. — 139. La humedad y los vegetales

137. — La humedad es algo elevada en nuestro clima. En el Observatorio del Prado se obtuvo, para el período 1901 - 20, un valor de 75.3 %. En villa Colón y durante unos viente años, la observación arroja una cifra que muy poco difiere de aquella.

La marcha de la humedad, sensiblemente inversa a la de la temperatura y paralela a la de la nebulosidad, alcanza su máximum en Julio con 81.4 % y el mínimum medio mensual en Enero: 70.8.

Los casos de saturación son desconocidos en los meses de



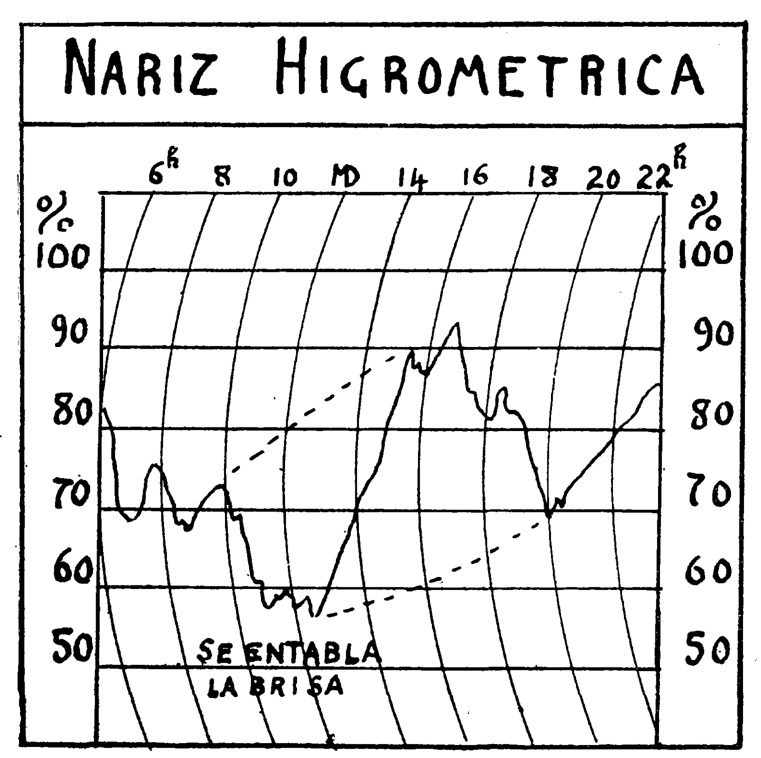
Enero, Febrero, Noviembre y Diciembre. Numerosos en Mayo, Junio, Julio y Agosto.

No se registró ningún caso de saturación continuada durante 24 horas.

La entrada de la brisa de mar, más rica en vapor, suele modificar bruscamente la condición térmica e higrométrica del aire.

Este fenómeno queda evidenciado con claridad en los gráficos que acompañan algunas de las Memorias del autor. En uno de ellos la humedad, sorprendida en descenso, experimenta una suba rápida desde las 14 h. en que se entabla la

brisa marina. Próxima a los 40 %, la humedad se eleva hasta los 65 %, para recaer a los 45 % a las 18 h., cuando ya la brisa había cedido por completo. Sin ésta, la humedad habría



seguido la marcha probable que en la curva se indica con la línea baja punteada.

138. — *Resultados de Observaciones.* — Damos casi sin comentarios los obtenidos en los Observatorios del Colegio Pío de *Villa Colón* y del *Prado.*

Promedios Mensuales de la Humedad Relativa

(Prado 1901 - 1920)

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
% 68.5	70.9	73.5	77.0	80 3	81 3	80.5	78.4	77.8	75.1	70.5	67.8	75.2

Promedios Anuales de la Humedad Relativa

(Prado 1901 - 1920)

1901. . .	72.1	1906. .	72.7	1911. .	75.6	1916. .	70.9
1902. . .	74.5	1907. .	75.0	1912. .	76.3	1917. .	74.8
1903. . .	74.7	1908. .	76.2	1913. .	77.9	1918. .	78.3
1904. . .	75.3	1909. .	72.9	1914. .	80.4	1919. .	77.2
1905. . .	75.2	1910. .	74.7	1915. .	75.0	1920. .	75.4
Promedio .	74.4		74.3		77.0		75.3

Promedio 75.2 %

Resultados obtenidos en Villa Colón. Interesa conocer los resultados obtenidos durante quince años (1883 - 1897) en el Observatorio del Colegio Pío de Villa Colón, población cercana a Montevideo. Las observaciones fueron practicadas por el autor, con los mismos procedimientos que empleó algunos años más tarde en el Observatorio del Prado, fundado y dirigido por él hasta 1922.

El promedio anual es de 73.7 para la humedad relativa y 10.4 para la absoluta. Esos valores resultan de los promedios mensuales siguientes:

MESES	Humedad R. en %	Humedad Abs. en m/m
Enero.	65.9	**13.7**
Febrero	65.9	13.2
Marzo	71.4	13.1
Abril	75.2	10.7
Mayo	78.8	8.9
Junio	82.1	7.8
Julio	**82.7**	8.0
Agosto	79.4	8.2
Setiembre	76.3	8.5
Octubre	73.0	9.5
Noviembre	67.6	10.9
Diciembre	66.4	12.6
Año	73.7	10.4

139. — *La humedad y los vegetales.* Por los órganos exteriores (por las hojas sobre todo) los vegetales ceden a la atmósfera una parte del agua que contienen. Es evidente que esta evaporación, a su vez vinculada a otro fenómeno importante, a saber, un mayor o menor gasto de calor, está en relación directa con las condiciones higrométricas del aire y puede, hasta cierto punto, ser regulada por la humedad relativa ambiente (Bukner).

Las criptógamas y las enfermedades que de ellas dependen tienen amplio desarrollo cuando la humedad es elevada. Es así que los años húmedos son al mismo tiempo los más temibles desde ese punto de vista.

Para la buena conservación de las cosechas, casi sin excepción, se debe provocar la eliminación de toda o parte del agua contenida en el fruto destinado al almacenaje, so pena de verlo pronto sujeto a alteraciones. Los que han hecho práctica de estos trabajos y no han sabido o podido acudir a procedimientos de desecación artificial, saben cuán difícil es obtener la conservación de las cosechas cuando la estación se presenta húmeda.

La excesiva humedad no sólo reduce y hasta anula la evaporación, sino que en ciertos productos inicia en ellos un procedimiento de absorción.

El aire excesivamente seco y, sobre todo, la insistencia de semejante estado atmosférico, suele producir en algunos frutos agrietamientos que abren la vía a la descomposición.

CAPITULO XI

La evaporación en nuestro clima

SUMARIO. — 140. La evaporación a la sombra. Valores mensuales y anuales (Villa Colón, Prado). — 141. Resultados obtenidos con el Evaporímetro Morandi de nivel constante. -- 142. Algunos records.

140. — Los resultados obtenidos en el Observatorio del Prado proceden de la observación de un Piche instalado en la Casilla Meteorológica, y de una pequeña serie del Evaporímetro de nivel constante (Morandi).

El total anual de agua evaporada es de mm. 1172.5 (Piche). Los valores mensuales alcanzan su máximo y su mínimo respectivamente en Diciembre - Enero y en Junio - Julio, acompañando en su fluctuación la marcha de la temperatura.

Totales medios mensuales de la evaporación (Piche) a la sombra en el Observatorio del Prado. — (Periodo 1901-1920).

Enero	mm.	151.8
Febrero	»	126.9
Marzo	»	112 7
Abril	»	87.8
Mayo	»	66 7
Junio	»	55.4
Julio	»	57.6
Agosto	»	71.4
Setiembre	»	75.8
Octubre	»	95.5
Noviembre	»	119.0
Diciembre	»	151.9
Año	mm.	1.172.5

Totales absolutos anuales de la evaporación a la sombra (Piche). — (Periodo 1901-1920)

1901	mm.	1.133.8	I. — Quinquenio: mm. 1.209.5
1902	»	1.106.5	
1903	»	1.163.7	
1904	»	1.253.2	
1905	»	1 390.3	
1906	»	1.208.8	II. — Quinquenio: mm. 1.120.8
1907	»	1.074.6	
1908	»	1.082.5	
1909	»	1.122.7	
1910	»	1.115.6	
1911	»	1.233.6	III. — Quinquenio: mm. 1.144.9
1912	»	1.138.5	
1913	»	1.183.8	
1914	»	**987.9**	
1915	»	1.180.6	
1916	»	**1.443.4**	IV. — Quinquenio: mm. 1.215.0
1917	»	1.246.0	
1918	»	1.120.6	
1919	»	1.142.1	
1920	»	1.122.7	
Año . . .	mm.	1.172.5	

141. — En el *Evaporímetro Morandi* de nivel constante, cuyo período de observaciones abarca pocos años (las observaciones en detalle no se publicaron) se obtuvieron los resultados siguientes.

Total anual medio de agua evaporada

En superficie líquida	mm.	1.670
En tierra cultivo	mm.	2.142

142. — *Algunos records.* En el Piche:
Mayor cantidad evaporada.

En un año . . .	mm.	1.443.4 (1916)
En un mes . . .	mm.	202.9 (Enero 1906)
En 24 horas . . .	mm.	15.5 (Diciembre 1909)

En el Evaporímetro Morandi, en días muy calurosos y secos del Verano se llegó a anotar durante las 24 horas mm. 17 de agua evaporada en superficie líquida y mm. 22 en tierra de cultivo.

CAPITULO XII

Las heladas en nuestro clima

SUMARIO, — 143. Resultados en el Prado. — 144. Las heladas en campaña. — 145. Su frecuencia en estaciones litoráneas y del interior

143. — Al presentar la estadística de este fenómeno, lo hacemos comprendiendo bajo este nombre la helada propiamente dicha y la escarcha, en la casi imposibilidad de deslindar las dos modalidades, sobre todo al referirnos a los datos de campaña.

En nuestras observaciones del Prado obtuvimos los siguientes resultados:

FRECUENCIA MEDIA MENSUAL DE LA HELADA EN MONTEVIDEO

(Periodo 1901 1920)

Enero	0.0	Verano: Dias 4.9
Febrero	0.0	
Marzo	0.0	
Abril	0.0	Otoño: Dias 4.9
Mayo	1.1	
Junio	3.8	
Julio	5.4	Invierno: Dias 10.2
Agosto	3.8	
Setiembre	1.0	
Octubre	0 6	Primavera: Dias 0.6
Noviembre	0.0	
Diciembre	0.0	
Año	15.7	

En Montevideo no se conocen heladas desde Noviembre a Abril. Son excepcionales las de Abril y Octubre; Junio, Julio y Agosto se llevan más de las cuatro quintas partes de la totalidad anual.

Recorriendo los valores anuales de todo el período, encontramos el mínimo de frecuencia en los años 1912, 1913 y 1914 (5, 5 y 4 días respectivamente). Es ese un período de grandes lluvias que culminó con el gran record secular de mm. 2399.7 en 1914.

El máximo, 42 días, pertenece a 1916, año de pobreza udométrica (mm. 574.4), sólo superado por 1907 (mm. 550.6).

144. — *Las heladas en campaña.* De nuestra Monografía: *Elementos Meteorológicos fundamentales etc.,* varias veces mencionada, extractamos el cuadro relativo a las heladas en once localidades del Uruguay.

Días con helada

Colonia.	22.2
Canelones.	30.3
Rocha	13.2
Montevideo	15.6
Minas	48.2
Artigas.	38.6
Paysandú	38.0
Mercedes	34.4
Tacuarembó	52.4
Melo	31.7
Molles	46.3

145. — *Las heladas en las estaciones litoráneas y del interior.* Si queremos destacar la influencia moderadora de las costas y de los grandes ríos bastará distribuir los resultados del cuadro anterior por: Estaciones litoráneas, estaciones sobre el Uruguay y estaciones del interior, obteniendo:

Estaciones litoráneas:	Dias	con	helada	17
Estaciones sobre el Uruguay:	»	»	»	36
Estaciones del interior:	»	»	»	47

CAPITULO XIII

El granizo en nuestro clima

SUMARIO. — 146. Consideraciones sobre su frecuencia por estaciones y por zonas. El granizo y el seguro. — 147. Frecuencia en el Uruguay. — 148. Tamaño. Notables granizadas. — 149. Conclusiones.

146. — *Consideraciones sobre su frecuencia.* En nuestro clima el granizo tiene una frecuencia más bien baja y, en tesis general, es permitido afirmar que su mayor frecuencia no corresponde a las Estaciones en que podría causar más elevados perjuicios.

Sin embargo, no se puede, al respecto, dar una afirmación categórica, existiendo fuertes presunciones no sólo fundadas en la naturaleza misma del meteoro, sino en las escasas observaciones de confianza en nuestro poder, de que tanto la frecuencia anual como la frecuencia por estaciones y por zonas pueda revelar importantes variaciones cuando se haga del fenómeno un estudio más ampliamente documentado.

No insistiremos aquí en lo expuesto en otra parte de estos apuntes sobre la necesidad de efectuar al respecto una investigación sistemática con la base de numerosas estaciones distribuídas lo más homogéneamente posible en todo el territorio de la República, que entre otros resultados, permitirían al cabo de un período prudencial, dar fundamentos más lógicos a las primas de seguro para las cosechas.

147. — *Frecuencia anual del granizo en varias localidades del Uruguay.*

Colonia — Dias con granizo	1.4
Canelones — Dias con granizo	2.5
V. Colón — Dias con granizo	2.5
Rocha — Dias con granizo	5.6
Montevideo — Dias con granizo	4.2
Minas — Dias con granizo	1.9
Artigas — Dias con granizo	3.4
Paysandú — Dias con granizo	1.4

Mercedes—Dias con granizo	3.3
Tacuarembó—Dias con granizo	2.7
Melo—Dias con granizo.	2.0
Molles—Dias con granizo	2.6

Frecuencia mensual

Las observaciones del Prado nos permiten fijar su distribución mensual.

Enero—Dias con granizo	0.1	0 5
Febrero—Dias con granizo	0.2	
Marzo—Dias con granizo	0.2	
Abril—Dias cod granizo.	0.2	0.6
Mayo—Dias con granizo.	0.1	
Junio—Dias con granizo.	0.3	
Julio—Dias con granizo	0.3	2.0
Agosto—Dias con granizo	0.8	
Setiembre—Dias con granizo	0.9	
Octubre—Dias con granizo	0.3	1.1
Noviembre—Dias con granizo	0.3	
Diciembre—Dias con granizo	0.5	
Año—Dias con granizo	4.2	

148. — *Tamaño.* En más de treinta años de observaciones practicadas en el país, observé un solo caso de granizo verdaderamente notable por el tamaño de las piedras: me refiero a la manga del día 6 de Setiembre de 1909.

Merece la pena extractar de una Memoria del Prof. J. Zolessi, Subdirector del Obs. del Prado, algunos detalles interesantes sobre esa memorable granizada.

Damos la descripción (dice el Prof. Zolessi) de esta granizada, reproduciendo la página que le dedicamos en nuestras anotaciones personales.

"Una manga de granizo que podemos desde ya considerar memorable por el inusitado tamaño de las piedras, por su duración y por los destrozos ocasionados, sorprendió la población a la 1 h. 5 m. de esta madrugada, interrumpiendo la quietud de esa hora con el consiguiente sobresalto.

La tormenta desatada en la tarde de ayer, parecía cumplir

su evolución sin presentar fenómenos mayormente notables, cuando casi simultáneamente con el paso del viento al Sur, empezó a resonar en azoteas y claraboyas el choque seco, característico del granizo, que se precipitaba en piedras de tamaño hasta ahora no observado en Montevideo por el que escribe estas líneas. La anormalidad del choque no pudo menos de alarmarnos. Debimos comprender que sobrada causa teníamos para ello, al ver cruzar por el aire en fugitivas líneas blancas el granizo que se fragmentaba estrellándose contra el pavimento, mientras, más o menos próximo llegaba a nuestro oído el agudo crugir de chapas de vidrio que se astillaban o eran perforadas como por proyectiles de armas de fuego.

Los ejemplares recogidos por nosotros, de contornos ovoidales algunos, esferoidales irregulares los más, medían de tres a cinco centímetros en su eje mayor. Seccionados, presentaban un núcleo opaco lechoso ubicado hacia el centro, muy poco hacia la periferia.

...Partiendo del núcleo, notábase apenas la sobreposición de capas en contornos sucesivos, que interrumpían la transparencia casi cristalina de las piedras.''

Pueden mencionarse también, como dignos de ser citados, los siguientes casos que dí a conocer en el Boletín de Villa Colón.

En 1877 el 26 de Junio, por la noche, cae en Montevideo una extraordinaria manga de piedra, que llena de terror a sus habitantes tanto por el tamaño (alcanzaron algunas al de una manzana) como por la abundancia y fuerza con que caían. Los destrozos ocasionados por la piedra, inmensos. Las sementeras en el radio que abarcó el azote, se perdieron totalmente. Destroza árboles, hiere y mata animales, no deja en la ciudad un solo vidrio entero de los faroles del alumbrado y de los techos de cristal; rompiéndolos también en todas las ventanas donde tocaron las piedras. Se ha asegurado que los más ancianos no recordaban un hecho igual (S. Rivas, *Efemérides históricas*).

En Cerro - Colorado el día 11 de Julio de 1891 el granizo alcanzó el tamaño de un huevo de gallina. Destrozó techados de teja, agujereándolas como balas.

El 23 del mismo mes y año en Guayabos las piedras cayeron durante varios minutos con un tamaño, término medio, igual al de nueces, ocasionando grandes perjuicios en el ganado. La piedra fué tan abundante, que por espacio de día y medio se encontraban muchas aún no disueltas.

149. — *Conclusiones a que llega el autor: En el Prado.* En un estudio publicado en los Anales del Instituto de Agronomía y relativo a la estadística de ocho años (1901 - 1908), llego a las conclusiones siguientes.

I. — En el período estudiado se registraron, término medio, 3.4 granizadas por año.

II. — De los 27 casos registrados, 25 fueron con pedriscos de tamaño inferior al de una arveja, dos de tamaño notable, sin ser extraordinario.

III. — Los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo sólo ofrecen un total absoluto de cuatro días con granizo en los ocho años, de los que tres no merecen especial mención por ningún concepto.

IV. — De los 27 casos sólo tres o cuatro se producen sin venir acompañados por lluvia, condición que atenúa en mucho sus efectos.

V. — Quince se producen con vientos fuertes, cinco con moderados, dos con débiles, cinco sin indicaciones especiales.

VI. — Veinte se producen soplando vientos entre S S W y W S W con gran predominio del S W; dos con vientos del Sur, dos del Oeste, dos del Noroeste y uno sin indicación de rumbo.

Resultados obtenidos en el Observatorio de V. Colón (Mdeo.). — Como complemento de este estudio, reproducimos también las conclusiones a que llega el autor en la discusión de 78 casos observados durante el período 1884 - 1914 en Villa Colón.

I. — El término medio anual fué de 2.5 por año.

II. — La frecuencia anual fluctuó entre un máximum de *cinco* días (1893) y un mínimum de *cero* días en 1896, el único año de la larga serie en el que no fué observado el fenómeno.

Distribuídos por estaciones, los 78 casos dan:

Para el Verano	dias	0.19	2.52
» » Otoño	»	0.39	
» » Invierno	»	1.13	
» la Primavera	»	0.81	

III — El 85 % de los casos se verificó con acompañamiento de lluvia.

CAPITULO XIV

La niebla en nuestro clima

SUMARIO—150. Frecuencia mensual y anual. — 151. Aumenta la frecuencia. — 152. Nieblas de las ciudades

150. — *Frecuencia.* Los días con niebla o cerrazón suman en Montevideo, término medio, a 29.4 por año, así distribuídos:

Enero	0.2	Verano 2.3
Febrero	0.8	
Marzo	1.3	
Abril	2.4	Otoño 11.8
Mayo	4.2	
Junio	5.2	
Julio	5.5	Invierno 12.7
Agosto	4.3	
Setiembre	2.9	
Octubre	1.4	Primavera 2.6
Noviembre	0.5	
Diciembre	0.7	
Año	29.4	

Podemos, por tanto, decir que las nieblas son apenas conocidas en los meses de la estación calurosa y llegan a su mayor frecuencia en Junio y Julio.

La frecuencia anual sugiere consideraciones que pueden tener relación con probables pero todavía no satisfactoriamente demostrados cambios en nuestro clima.

Frecuencia anual de los días con niebla

AÑO	Días con niebla		AÑO	Días con niebla	
1901	15	Total 81	1911.	23	Total 146
1902	13		1912.	16	
1903	19		1913.	25	
1904	24		1914.	30	
1905	10		1915.	52	
1906	23	Total 83	1916.	96	Total 277
1907	21		1917.	52	
1908	32		1918.	43	
1909	4		1919.	50	
1910	3		1920.	36	

151. — *Aumenta la frecuencia de la niebla?* Una simple inspección del cuadro evidencia el aumento de la frecuencia de los días con niebla en los totales de los quinquenios. El aumento toma un carácter más claro si se consideran los decenios:

Decenio 1901 — 10: dias con niebla 164
» 1911 — 20: » » » 423

Note el lector que las observaciones discutidas se realizaron durante todo el período en idénticas condiciones, con los mismos criterios y por los mismos observadores. También merece anotarse que mientras los días con niebla se duplican, la nebulosidad muestra un leve descenso en la segunda mitad del período, fenómeno que podría parecer contradictorio, si no resultara de observaciones llevadas con toda prolijidad. Tal vez la condensación del vapor atmosférico en las nieblas cuyo predominio pertenece en alto porcentaje, a las horas de la mañana, mientras eleva el valor de la nebulosidad en ese período diurno, reduzca los pertenecientes al resto del día.

El autor no recuerda, ni los registros del Observatorio del Prado anotan, ningún caso de cerrazón que insistiera durante 24 horas seguidas.

152. — *Niebla de las ciudades.* Observaciones practicadas durante varios años, desde la azotea de la torre del Observatorio del Prado, prueban que a menudo, sobre todo en los meses invernales, se da el caso de que haya desaparecido hasta el último girón de niebla en todo el horizonte abarcado desde la torre del Observatorio, cuando todavía se tiende sobre la ciudad una capa más o menos densa de un color agrisado sucio o amarillento que se vió persistir en algunos casos hasta las horas centrales del día.

CAPITULO XV

La nebulosidad en nuestro clima

SUMARIO—153. La nebulosidad y el clima.—154. Nuestros resultados. — 155. Comparando. — 156. Distribución diurna de la nebulosidad. — 157. Días serenos, mixtos, nublados por mes y por año.

153. — *La Nebulosidad y el clima.* Este elemento desempeña un papel importante en el clima. Si para demostrarlo no bastase la consideración de que una mayor o menor nebulidad modifica necesariamente la temperatura de un lugar, obrando ya como obstáculo a la penetración de los rayos solares, ya como defensa contra la irradiación, bastará mencionar como uno de tantos ejemplos, el que ofrece un notable y reciente estudio de Bigourdan sobre el Clima de Francia.

Cuando se examina la Carta isotérmica de Francia, se ve que en Diciembre, Enero y Febrero (la estación invernal) la temperatura media de la región de Brest es sensiblemente la misma que la de la Côte d'Azur. Y sin embargo los inviernos de esas dos regiones presentan en detalles diferencias considerables, que encuentran explicación en la distinta nebulosidad o sea en las nubes que ocultan el sol en las costas occidentales de la Bretaña. Mientras en la Côte d'Azur el promedio de la nebulosidad fluctúa alrededor de 4 %, en Brest se eleva y se sostiene alrededor de 7 %.

151. — *Nuestros resultados.* Poseemos al respecto dos series de observaciones suficientemente largas y, sobre todo,

llevadas con prolijidad e iguales criterios. La primera pertenece al Observatorio de Villa Colón, la segunda al del Prado, instituciones que durante dichos períodos dirigió el Autor.

Aunque las observaciones del Colegio Pío abarcan 18 años (1883 - 1900), es decir se prolongan hasta la fundación del Observatorio del Prado, cuya serie las continúa, sólo utilizaremos las discutidas en mi momoria "*La nebulosidad en el Clima de Montevideo*", publicada en 1898.

Los primeros veinte años del Prado dan:

La nebulosidad (en décimos de cielo cubierto)

En el Prado (1901 - 1920)

Enero	4.1	Verano 4.2
Febrero	4.2	
Marzo	4.3	
Abril	4.8	Otoño 5.3
Mayo	5.4	
Junio	5.8	
Julio	5.8	Invierno 5.5
Agosto	5.3	
Setiembre	5.3	
Octubre	4.6	Primavera 4.5
Noviembre	4.7	
Diciembre	4 3	
Año	4.9	

En Villa Colón (1883 - 1892)

Enero	4.5	Verano 4.7
Febrero	4.8	
Marzo	4 9	
Abril	5.1	Otoño 5.5
Mayo	5 4	
Junio	6.1	
Julio	6.0	Invierno 5.7
Agosto	5.7	
Setiembre	5 3	
Octubre	5.4	Primavera 5.1
Noviembre	5.1	
Diciembre	4.8	
Año	5.3	

Los dos cuadros difieren algo en el promedio anual: El decenio de Villa Colón da valores más elevados en algunos décimos de los obtenidos en el Prado durante el veintenio; diferencia que se reduce a la mitad si la comparación se establece tan sólo con el primer decenio del Prado, cuyo promedio es de 5.1. Fuera de toda duda en el decenio 1911 - 20 influyen en el aumento de la nebulosidad los años 1911 a 1914, excesivamente lluviosos.

En cuanto a la distribución de la nebulosidad durante el año, sigue en ambas series la misma modalidad, como la sigue en la distribución diurna.

Resulta así que el Invierno registra los valores más altos (5.7 Villa Colón y 5.5 Prado); viene luego el Otoño, la Primavera: último el Verano con 4.7 Villa Colón y 4.2 Prado.

Los promedios anuales fluctúan entre un máximo de 5.6 en 1914, año, como ya dijimos, de precipitaciones excesivas, y 3.9 el año 1916, pobre en lluvia. Villa Colón tiene como máximo anual 6.3 (1889) y 4.5 (1892). Nótese como su semisuma reproduce en ambas series, con insignificante diferencia, el valor medio o normal.

155. — *Comparando.* Si establecemos comparaciones con otros climas, encontramos, (p. e.), que Génova tiene una nebulosidad media anual de 5.0, Savona, (también sobre la Ribera Ligure), 4.3; Niza 4.0 y Marsella 4.2; París 6.0; Viena 5.7; Milán 5.8; la Italia Central valores alrededor de 5.3 y alrededor de 4.5 la región de Sicilia.

156. — *Distribución diurna de la nebulosidad.* Mientras el máximo de cielo cubierto lo encontramos para París y Viena en las horas de la mañana, sobre todo en la estación invernal (no se olvide la influencia de las nieblas de las ciudades, factor importante en las grandes ciudades); hacia el medio día en Tifliss y Blue - Hill, en las horas nocturnas en Milán; y mientras Angot, Hann, Mohn y otros notables meteorologistas afirman que el máximum debe encontrarse en las horas de la mañana o en las de la tarde; en nuestro clima resulta evidentemente en toda estación del año un mínimum en la observación nocturna, y valores que dan una pequeña

preponderancia a las horas matinales, sobre todo en la estación fría.

Creemos, sin embargo, y debemos notarlo para que se atribuya a los datos su justo valor, que en la apreciación de las observaciones nocturnas deben mediar circunstancias accidentales, cual, p. e., y en primer término, la escasez de luz, que tienden a rebajar el valor de la nebulosidad.

157. — *Días serenos, mixtos y cubiertos.* Si consideramos como *serenos* los comprendidos entre 0 y 3.5; *mixtos* los comprendidos entre 3.5 y 7; *cubiertos* entre 7 y 10, el veintenio del Prado y el decenio de Villa Colón dan el siguiente porcentaje anual:

	V. Colón	Prado
Serenos	34 °/o	38 °/o
Mixtos	31 »	33 »
Nublados	35 »	29 »
	100 °/o	100 °/o

Distribuídos por meses resulta del cuadro siguiente que la estación más favorecida es el Verano y la menos el Invierno (Prado):

	Serenos	Mixtos	Nublados
Enero	15.0	11.2	4.8
Febrero	12.9	9.4	5.7
Marzo	14 6	9.4	7.0
Abril	11.0	11.1	7.9
Mayo	9.1	11.5	10.4
Junio	9.4	8 3	12.3
Julio	9 1	9.4	12 5
Agosto	10.8	10.1	10.1
Setiembre	9.7	10.1	10.2
Octubre	11.2	9.7	10.1
Noviembre	11.5	10.8	7 7
Diciembre	13.7	11.2	6.1
Año	138.0	122.2	104.8

CAPITULO XVI

La lluvia

SUMARIO—158. Importancia del conocimiento del régimen pluviométrico.—159. Distribución de la lluvia por latitud. — 160. Distribución con la altura. — 161. Circunstancias modificadoras de la lluvia.

158. — *Importancia del conocimiento del régimen pluviométrico.* Es tan patente la correlación entre la agricultura y las condiciones udométricas de una región, que casi huelgan consideraciones al respecto.

La lluvia influye sobre la vegetación en todos sus períodos. Su exceso antes de las siembras impide o dificulta la buena roturación de las tierras; saturándolas de agua una vez sembradas, hace que la semilla se pudra o provoca crecimientos defectuosos.

Una primavera lluviosa favorece el desarrollo de parásitos y perturba la fecundación de la mayor parte de los frutales.

Lluvias frecuentes y abundantes dañan la fructificación y la madurez.

El conocimiento de la cantidad de lluvia anual, de su distribución por estaciones, de los rasgos característicos de las precipitaciones en las distintas épocas del año (cuando son más violentas, más frecuentes, mansas, etc.), es indispensable siempre que se desee saber si un cultivo dado puede o no prosperar en una región.

La importancia de tal conocimiento explica el enorme desarrollo que en las naciones más adelantadas han tenido las redes climatológicas en general y en particular los Servicios Pluviométricos, llamados a resolver un sinnúmero de problemas en extremo interesantes.

Consideraciones de esta índole sugirieron a un distinguido meteorologista de una República Sudamericana la queja, justificada entonces, por la indiferencia con que se miraban las iniciativas meteorológicas.

"No vemos acaso, decía, que nuestras colonias se han disuelto o no pueden dar resultado porque se fundaron sin te-

ner en cuenta las condiciones climatéricas del paraje? ¡Cuántos sacrificios se habrían evitado, cuántas sumas se habrían economizado con un conocimiento más profundo del clima local! (Doctor Oscar Döering).

Esta queja, en verdad, ya no nos corresponde. Desde algunos años y gracias a una protección eficaz del Estado, el país ha realizado grandes progresos en cuanto se refiere a la explotación sistemática de su clima.

159. — *Distribución de la lluvia por latitud.* La cantidad de lluvia que llega a la superficie terrestre (incluyendo la procedente del derretimiento de la nieve) disminuye en razón inversa de la latitud. Según Di Muro, su distribución es como sigue:

Ecuador	mm.	3.000
10°	»	2.850
20°	»	2.210
30°	»	1.320
40°	»	900
50°	»	700
60°	»	540
70°	»	410
80°	»	250

160. — *Distribución de la lluvia con la altura.* Con respecto al comportamiento de la lluvia con la altura, puede decirse en tesis general que disminuye con la altura, mientras no intervengan circunstancias orográficas especiales. La gota desciende de regiones higrométricamente más pobres a regiones atmosféricas cada vez más ricas en vapor: de regiones más frías a otras de temperatura más elevada, provocando, por tanto, condensaciones alrededor de la gota primitiva cuya temperatura responde al ambiente en que se ha iniciado. Debe ser éste el caso más común en el seno de la atmósfera libre.

161. — *Circunstancias modificadoras de la lluvia.* La proximidad de los mares (en igualdad de las demás circunstancias) favorece el aumento de la lluvia por la mayor riqueza higrométrica que provoca a medida que se penetra en los continentes.

CAPITULO XVII

La lluvia en nuestro clima.

SUMARIO—162. Cantidad media anual de lluvia para Montevideo.—163. Totales anuales —164. Extremos. Comentarios a los cuadros. — 165. La lluvia por meses.—166. Sus características.

162. — *Cantidad media anual de lluvia para Montevideo.* Es de mm. 967.1 si se la aprecia en altura como es la costumbre más generalizada, o una cifra igual en *litros por metro cuadrado,* si se estima en volumen.

Una hectárea de terreno recibe, así, anualmente 9.671.000 litros de agua (solamente por concepto de lluvia).

Los totales medios anuales de lluvia que transcribimos proceden de dos series largas e importantes de observaciones, que muchas veces nos han servido para estudios climatológicos: con la circunstancia no despreciable para los efectos de la homogeneidad, de que casi todas fueron practicadas bajo la inmediata dirección del mismo técnico, el autor de estos apuntes. La primera es la perteneciente al Observatorio del Colegio Pío de Villa Colón (1883 - 1900); la segunda al del Prado (1901 - 1920). Aunque obtenidas en condiciones no rigurosamente iguales, éstas no difieren tanto que no permitan prácticamente constituir con ellas una sola y única serie de 38 años.

163. — *Totales anuales de lluvia para Montevideo.* Los valores proceden de las siguientes monografías: "La lluvia en el clima de Montevideo" por L. Morandi (1893); "Normales para el Clima de Montevideo", por L. M. (1900); "Elementos Meteorológicos fundamentales" (1922 por L. M.)

Villa Colón,	Año	1883	mm.	1250.7
»	»	1884	»	766.8
»	»	1885	»	964.8
»	»	1886	»	773.0
»	»	1887	»	720.8
»	»	1888	»	1001.2
»	»	1889	»	1264.1
»	»	1890	»	982 9
»	»	1891	»	687.8
»	»	1892	»	**440.3**
»	»	1893	»	521.3
»	»	1894	»	853.1
»	»	1895	»	1312.7
»	»	1896	»	820.7
»	»	1897	»	1046.5
»	»	1898	»	1114.3
»	»	1899	»	1057.7
»	»	1900	»	1629.8
TOTAL PROMEDIO (1883 - 1900)			mm.	956.0

Prado,	Año	1901	mm.	727 8
»	»	1902	»	928.7
»	»	1903	»	977.6
»	»	1904	»	742.8
»	»	1905	»	756.6
»	»	1906	»	638.9
»	»	1907	»	550.6
»	»	1908	»	920.2
»	»	1909	»	868.3
»	»	1910	»	676.6
»	»	1911	»	1271.0
»	»	1912	»	1496.8
»	»	1913	»	1075.2
»	»	1914	»	**2399 7**
»	»	1915	»	1068.5
»	»	1916	»	574.4
»	»	1917	»	706.6
»	»	1918	»	856.3
»	»	1919	»	1207.0
»	»	1920	»	892.8
»	»	1921	»	933 2
»	»	1922	»	1290.3
»	»	1923	»	930.3
»	»	1924	»	665.9
»	»	1925	»	1222.2
PROMEDIO (1901-20)			mm.	966.8
PROMEDIO (1901-25)			»	975.1
PROMEDIO DE LAS DOS SERIES (1883-1925)			mm.	**967.1**

El total medio anual de lluvia resulta, así, de mm. 966.8 para el veintenio del Prado (que muy poco difiere del obte-

nido llevando la serie a 1925, o sea mm. 975.1); y mm. 956.0 para los 18 años de Villa Colón, con una diferencia sin importancia entre las dos series.

164. — *Extremos pluviométricos. — Algunos comentarios al cuadro anterior.* Una recorrida al cuadro nos indica que los totales anuales fluctúan entre mm. 440.3 (el año 1892) y mm. 2399.7 (1914), record secular de lluvia este último para nuestro clima, no superado en ninguna de las series conocidas por nosotros en ambas márgenes del Plata a partir de mediados del siglo pasado y aún teniendo en cuenta las observaciones de Larrañaga, Saurel y De Moussy.

En las dos series se destacan:

I. — El calamitoso ciclo de sequía correspondiente al trienio 1891 - 92 - 93 que comprende el mínimo ya mencionado y que abate a mm. 549.8 el total medio del trienio.

II. — El trienio 1912 - 13 - 14, caracterizado por inusitada frecuencia y abundancia de lluvia y que juntos elevan el promedio anual a mm. 1657.2.

165. — *La lluvia por meses, en Montevideo.* Distribuídos y calculados por meses los valores de las dos series, nos permiten trazar el siguiente cuadro.

Totales medios mensuales de lluvia

	VILLA COLÓN 1883-1900		PRADO 1901-20	
	Milímetros	Días con lluvia	Milímetros	Días con lluvia
Enero	85.5	7.7	70.8	6.6
Febrero	54.7	7.3	71.7	6.4
Marzo	121.5	8 2	81.5	6.4
Abril	90.7	7.7	117.9	7.9
Mayo	68 0	7.4	97.6	8.2
Junio	68.7	9 3	69 9	6 3
Julio	90.8	8.9	63 9	6.5
Agosto	84.1	9.4	77.7	7.3
Setiembre	71.1	8.2	85.3	7.6
Octubre	83.3	8 9	62.6	6.4
Noviembre	66.0	7 9	81.5	6.7
Diciembre	71.6	7.9	86 4	6 9
Año	956.0	98 8	966 8	83.2

Si los valores de las dos series, que creímos conveniente reproducir por separado, los englobamos en un solo valor medio que pueda servirnos de normal, obtenemos:

Totales medios mensuales de lluvia

	(VILLA COLÓN-PRADO 1883-1920)	
	Milímetros	Días con lluvia
Enero.	78.2	14.3
Febrero	63.2	13.7
Marzo.	101.5	14.6
Abril	104.3	15 6
Mayo.	82.7	15.6
Junio.	69.3	15.6
Julio	77.3	15.4
Agosto	80.8	16.7
Setiembre	78.2	15.8
Octubre	72.9	15 3
Noviembre	73.8	14 6
Diciembre	79.0	14.8
Año	961.2	91.0

166. — *Características de la distribución mensual de la lluvia.* De los cuadros numéricos anteriores se infieren las conclusiones siguientes:

Confirmando lo dicho en otras ocasiones, en Montevideo no tenemos épocas de lluvia o de pobreza udométrica netamente definidas; ni siquiera de notable abundancia o notable pobreza, pues, en nuestro concepto, están lejos de tener carácter de tales los meses de Marzo y Abril que en las dos series resultan con el valor mensual más elevado y guardan relación con algunas de las lluvias más abundantes registradas en el país.

Véase, sino, la escasa diferencia que se nota en los totales estacionales:

Verano	242 0
Otoño	256 3

Invierno	236 3
Primavera	225 7

La variabilidad, también característica de nuestra udometría. — Lo que puede afirmarse una vez más es la saltuariedad de nuestro clima en esto, como en todos sus demás elementos, que en ocasiones acumula excesos de lluvia en épocas del año que otras veces quizás pueden citarse como ejemplo de sequía.

Así, por ejemplo, en la serie de V. C. ese mismo mes de Marzo que en 1895 da mm. 386.5, 363 en 1900 y 233.6 en 1883, todas ellas cifras altísimas, ofrece apenas mm. 20.1 en 1886, 8.0 en 1887 y 33.5 en 1892.

En la serie del Prado, Abril que a poca distancia de Marzo lleva el record mensual con mm. 371.8 (el año 1814), en 1918 da apenas mm. 27.3 y mm. 17.6 en 1909.

CAPITULO XVIII

La lluvia en Montevideo (continuación)

SUMARIO—167. Frecuencia anual de la lluvia en Montevideo. Lluvias útiles. — 168. Algunos records. — 169. Normales udométricas de zonas templadas

167. — *Frecuencia anual de la lluvia en Montevideo.* Aunque el autor ha hecho un estudio minucioso de la distribución de los días con lluvia para toda la serie de 1883 - 1920, no se transcribe sino la correspondiente al período 1901 - 20 donde el detalle fué llevado más lejos, siéndome imposible ahora homogenear las dos series.

Tomando como base la frecuencia media anual de la serie (83.2 días lluviosos), se constata que de ese número, fueron días con lluvia de:

Menos de 1 milimtro	13.8	o sea	16.7 %
De 1 a 5 »	26.6 »	»	31 7 »
» 5 1 » 10 »	13.7 »	»	16.5 »
» 10.1 » 25 »	18.5 »	»	22.2 »
» 25 1 » 50 »	7.4 »	»	9.0 »
» 50.1 ó más »	3.2 »	»	3.9 »
Total	83.2		100

Estos resultados si los consideramos en conjunto, suponen una lluvia cada 4.3 días.

Lluvias útiles. En rigor, los que dan lluvias útiles (sobre todo no tratándose de terrenos roturados) es decir de cinco milímetros para arriba, suman apenas 42.8.

Y sostenemos el criterio que considera como lluvia útil las superiores a los 5 mm. porque responde mejor a la índole de nuestra sequías en su fase práctica: las menores no pudiendo considerarse eficientes en nuestro país y en términos generales para la explotación ganadero - agrícola por razones que se correlacionan con la naturaleza arcillosa del suelo, su configuración ondulada, la índole y forma de los cultivos, etc. Y menos aún a raíz de períodos de cierta duración sin precipitaciones apreciables o durante los meses calurosos.

168. — *Algunos records de intensidad y frecuencia udométrica en Montevideo.* — Damos a continuación algunos valores extremos que señalan los probables límites del fenómeno udométrico en el clima de Montevideo.

Records de intensidad de la lluvia.

Mayor cantidad en un año mm. 2399.7 (1914).
Mayor cantidad en un mes mm. 386.3. (Marzo 1900).
Mayor cantidad en un día mm. 172.4 (Abril 1897). (1)
Id. íd. íd. una hora (P.) mm. 60.4.
Id. íd. íd., corta dur. mm. 5.0 por minuto.

Records de frecuencia de la lluvia

Mayor número de días lluviosos	155	(1898)
Menor número anual íd. íd.	65	(1906)
Casos en los 20 años del P. en que la lluvia duró por lo menos 24 h. seguidas.	18	
Mayor período de días seguidos con registración de lluvia de por lo menos 1 mm.. . .	9	(1914)

(1) Esa cantidad cayó durante 11 h. 35 m.

Mayor período de días seguidos sin que se registrara lluvia de por lo menos 1 mm.. .	35	(1903)
Id. íd. íd. 5 mm.	65	(1893)
Id. íd. íd. 10 mm.	110	(1916)
Id. íd. íd. 20 mm.	180	(1906)

169. — *Algunas normales udométricas de Zonas templadas.* Como interesante complemento de nuestro breve estudio reproducimos algunos totales medios anuales de lluvia para algunas localidades importantes de las zonas templadas, todos obtenidos con períodos suficientemente largos de observaciones, aunque no traídos a la fecha.

Montevideo	mm.	962
Buenos Aires	”	894
Rosario (Argentina).	”	981
Bahía Blanca	”	488
Paraná.	”	955
Concordia	”	1090
Córdoba	”	665
Mendoza	”	160
Milán	”	966
Turín	”	789
Roma	”	800
Génova.	”	1286
Livorno.	”	826
Nápoles.	”	850
Palermo	”	612
Verona	”	859
Padua	”	867
Venecia.	”	894
Florencia	”	915
Niza.	”	838
París	”	564
Lyon	”	780
Marsella	”	509
Madrid.	”	380
Lisboa	”	731

Coimbra	mm.	863
Bruxelas	”	715
Ginebra.	”	790
Zurich.	”	1110
Viena	”	491
Berlín	”	597
Hamburgo.	”	732
Londres.	”	554
Dublín	”	615
San Francisco	”	600
Nueva York	”	1200
Cincinnati.	”	1120
N. Orleans.	”	1220
San Luis	”	250
Sydney.	”	1290

CAPITULO XIX

Frecuencia e intensidad horaria de la lluvia

SUMARIO—170. Frecuencia media horaria anual.—171. Frecuencia media horaria por estaciones.—172. Intensidad horaria media de la lluvia anual y por estaciones.

170. — *Frecuencia media horaria anual.* Si consideramos la marcha horaria anual de la lluvia se evidencia que no todas las horas del día son igualmente favorecidas por el hidrometeoro, aunque ninguna llegue a destacarse pronunciadamente sobre las demás.

El autor tomó en cuenta las observaciones horarias de quince años obtenidas por medio de un excelente pluviógrafo Hellman - Fuess, o sea un total de 131.496 horas para llegar a las conclusiones indicadas más abajo en cuanto se relaciona con la marcha anual.

Frecuencia media horaria de lluvia (1905-1920)

HORAS DE LLUVIA	Total medio anual de horas con lluvia	Proporción sobre el total abs. de horas
1.	19 h. 43 m. o sea	54.0 ‰
2.	19 h. 52 m. » »	54.2 »
3.	21 h. 45 m. » »	59.7 »
4.	22 h. 00 m. » »	60.3 »
5.	**22 h. 15 m.** » »	**61.1** »
6.	22 h. 10 m. » »	60 8 »
7.	21 h. 10 m. » »	58.1 »
8.	17 h. 10 m. » »	47.1 »
9.	18 h. 20 m. » »	50.2 »
10.	18 h. 18 m. » »	50.1 »
11.	18 h. 51 m. » »	51.5 »
M. D..	17 h. 35 m. » »	48.2 »
13.	**17 h. 12 m.** » »	**47.1** »
14.	18 h. 30 m. » »	50.7 »
15.	18 h. 32 m. » »	50.7 »
16.	18 h. 46 m. » »	51.5 »
17.	18 h. 30 m. » »	50.7 »
18.	19 h. 15 m. » »	52.9 »
19.	18 h. 37 m. » »	51.0 »
20.	19 h. 47 m. » »	54.2 »
21.	20 h. 55 m. » »	57.3 »
22.	18 h. 40 m. » »	51.2 »
23.	18 h. 40 m. » »	51.2 »
M. N..	19 h. 15 m. » »	52.9 »
T. M. A.	465 h. 48 m.	53.2 ‰

Se desprende del cuadro anterior:

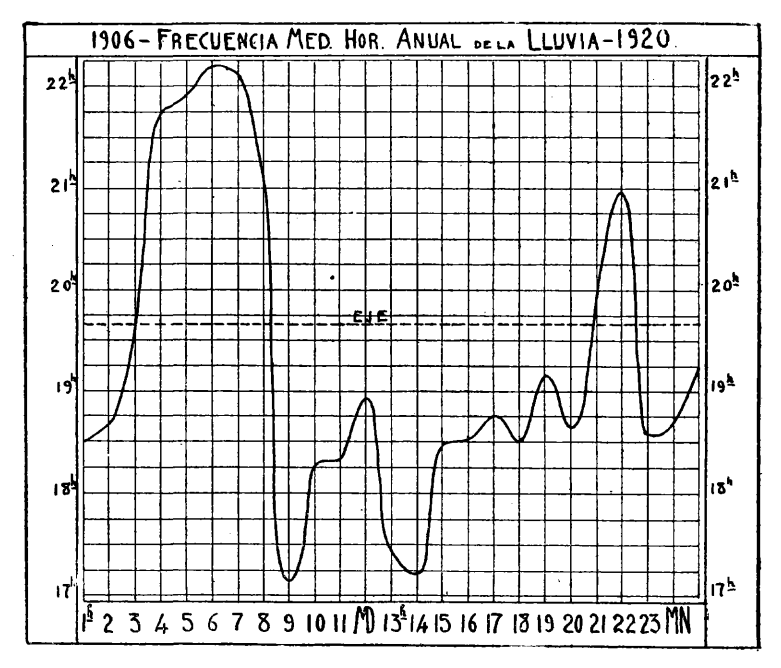
I. — Que apenas el 5.32 % del total de las horas del año traen lluvia.

II. — Que englobándolas todas sin distinción de estaciones y considerando como "nocturnas" las que corren de 19 h. **a 6 h. y "diurnas" de 7 h a 18 h., resulta un pequeño por**centaje en favor de las nocturnas.

Horas Nocturnas	55.7 o|oo
Horas Diurnas.	50.7 "

171. — *Frecuencia media horaria por estaciones.* Pero

si en lugar de proceder en esa forma, las tratamos por estaciones, salta inmediatamente a la vista la modalidad horaria



de cada época del año. (Debemos prevenir al lector que para esta segunda distribución tomamos en cuenta solamente el quinquenio 1901 - 1905).

Si denominamos: "Madrugada" las horas de 1 a 6; "Mañana", de 7 a 12; "Tarde", de 13 a 18; "Noche" de 19 a 24; y expresamos los valores de la frecuencia en porcentaje sobre el total medio de horas con lluvia que corresponden a cada estación del año, se obtiene:

	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche	
Verano . . .	27 3 °/₀	29.8 °/₀	23.6 °/₀	19.3 °/₀	100
Otoño	29.1 »	31.4 »	19 1 »	20.4 »	100
Invierno . . .	28.2 »	24.8 »	31.9 »	15.1 »	100
Primavera . .	32.2 »	23.1 »	27.6 »	17.1 »	100
Año . .	28.9 °/₀	27.9 °/₀	24.8 °/₀	18 4 °/₀	100

Eso equivale a decir que en el "Verano" las horas más lluviosas son las de la mañana, a las que siguen por orden decreciente de frecuencia las de la madrugada y de la tarde. Las de menor frecuencia son las de la noche.

En el "Otoño", la mañana es también la más lluviosa, siguiéndola la madrugada; últimas, con escasa diferencia, la noche y la tarde.

En el "Invierno" los papeles se invierten: Es la tarde la más lluviosa, luego la madrugada, la mañana y, última, la noche.

En la "Primavera" la madrugada lleva el máximum de horas lluviosas; la siguen la tarde, la mañana y, última también, la noche.

De todo lo cual resulta bien claro que el período denominado noche por nosotros (19 h. a 24 h.) es, en todas las estaciones, el de más pobre frecuencia horaria de lluvia.

172. — *Intensidad horaria media de la lluvia anual y por estaciones.* Los valores que reproducimos en el siguiente cuadro son los pertenecientes al período 1906 - 1920.

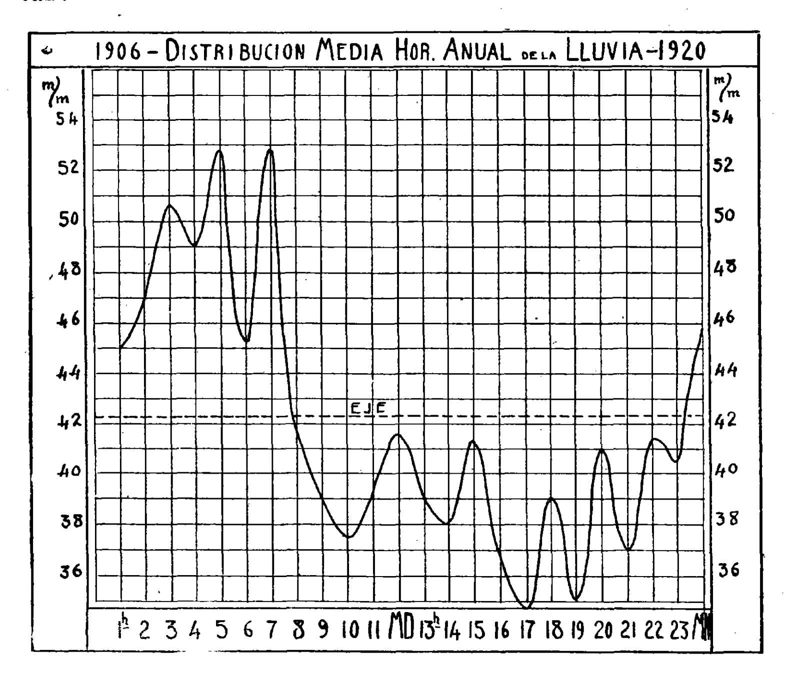
Intensidad media horaria anual de la lluvia (1906 - 20)

Horas	Lluvia	Horas	Liuvia
1 milimetro	45.0	13 milimet.	39.1
2 »	47.1	14 »	38.2
3 »	50.7	15 »	41.3
4 »	49.1	16 »	36.9
5 »	52.9	17 »	34.8
6 »	45.3	18 »	39.1
7 »	53.0	19 »	35.1
8 »	41.7	20 »	41.1
9 »	39.3	21 »	37.0
10 »	37.5	22 »	41.5
11 »	39.3	23 »	40.6
M D. »	41.7	M. N. »	46.2

Año . . . . mm. 1013.5

Si en el estudio de la intensidad se procede en forma análoga a lo que hicimos con la frecuencia, resulta para los quin-

ce años que las **horas nocturnas (19 h. a 6 h.) retienen la** cantidad de mm. 531.6. Las diurnas (7 h. a 18 h.) mm. 481.0.



Es decir que la intensidad marcha, en líneas generales, de acuerdo con la frecuencia.

Tratando por estaciones los datos de un quinquenio, se nota el mismo paralelismo.

CAPITULO XX

La lluvia en el Uruguay

SUMARIO—173. Totales anuales para 57 localidades. — 174. Comentarios al mapa. Distribución de la lluvia por latitud. — 175. Distribución de zonas por intensidad.—176. No es simultánea en las distintas zonas del país la época estacional de mayor intensidad udométrica.

173. — *Totales anuales de lluvia para 57 localidades del Uruguay.* Resumiremos en este capítulo lo relativo a las con-

diciones udométricas de todo el territorio de la República. Disponemos para ello de los datos pertenecientes a 57 estaciones.

Bien sabemos que en los principales Servicios pluviométricos europeos se atribuye al pluviómetro una radio de acción mucho más limitado que el nuestro. Seguramente por dificultades de distinto orden, hubo que exagerar aquí la superficie servida, pero la mayor homogenedad del territorio (si lo comparamos con el muy accidentado de Europa), hace menos necesaria una red de mallas tan cerradas.

En la gran mayoría de las observaciones el período es de 16 años, suficiente para un primer ensayo de distribución yetográfica; sin ignorar que, a juicio de competentes autoridades en materia, la serie debería extenderse por lo menos al doble para dar a los resultados significación de normales.

Iniciaremos el estudio reproduciendo por orden de latitud los totales medios anuales de lluvia, recordando que ninguna estación se halla a una altura mayor de 180 metros sobre el nivel del mar.

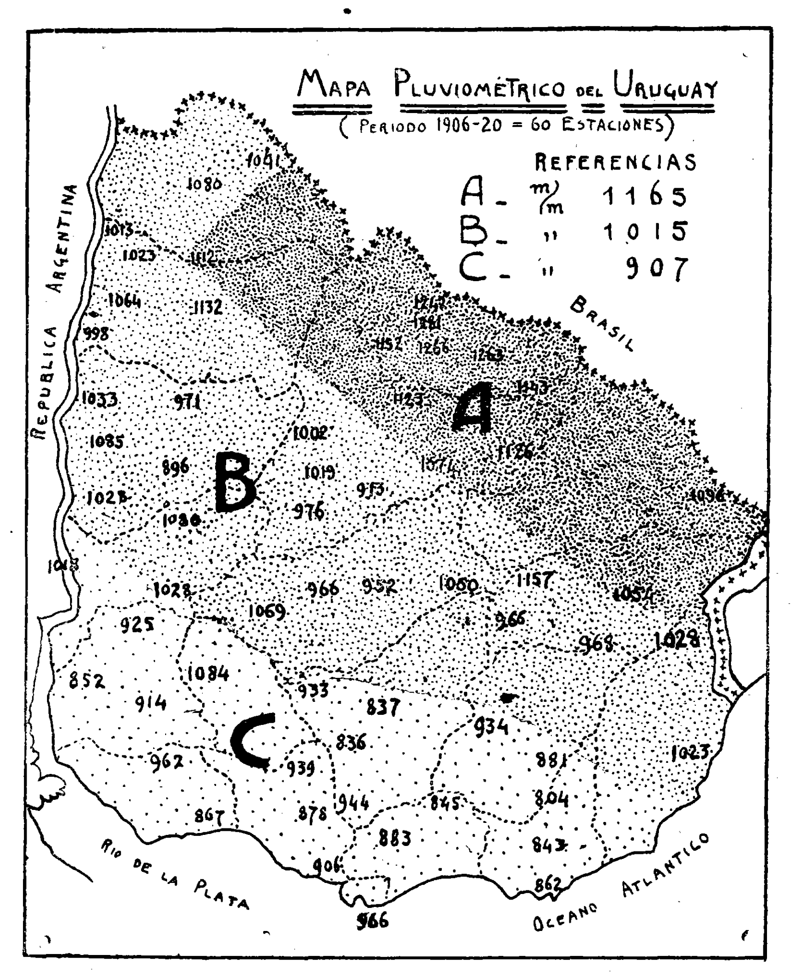
Totales medios anuales de lluvia para varias localidades del Uruguay

DEPARTAMENTO	Localidad	Lluvia en milímetros
Artigas	Zanja Honda	1036.3
Rivera	Rivera	1234.1
Rivera	Paso Ataques	1272.8
Salto	Palomas	1024 3
Rivera	Tranqueras	1273.1
Salto	Salto	986.3
Tacuarembó	Paso Cerro	1261.6
Paysandú	Daymán	980 0
Tacuarembó	Bañados de Rocha	1262.8
Tacuarembó	Tacuarembó	1135.3
Tacuarembó	Tacuarembó	1035.9
Paysandú	Queguay	963.1
Paysandú	Paysandú	1012.4
Paysandú	Esperanza	1037.3
Cerro Largo	Melo	1265.7

DEPARTAMENTOS	Localidad	Lluvia en milímetros
Cerro Largo	Rio Branco	1113.0
Cerro Largo	Tupambaé	1125.8
Treinta y Tres.	Otazo	1151.2
Treinta y Tres.	Santa Clara	919.7
Durazno	Molles	1032.4
Durazno	Molles	1154.7
Durazno	Villas Boas	961.7
Durazno	Yi	1132.8
Río Negro	Bellaco	1000.4
Rio Negro	Ombú	874.6
Treinta y Tres.	Cerro Chato	1368.8
Rio Negro	Fray Bentos	998.7
Treinta y Tres.	Ceibos	1060.4
Soriano	Mercedes	916.3
Soriano	Mercedes	999.2
Durazno	Durazno	958.0
Soriano	Bizcocho	835.2
Soriano	Palmitas	895.7
Flores	Tala	954.5
Flores	Pintos	1053.9
Florida	Cruz	853 8
Florida	Florida	924.1
Florida	Berrondo	766.7
Colonia	Tarariras	866.8
Rocha	Castillos	1373.0
Colonia	Estanzuela	1035.4
Minas.	Solis	636.7
Minas.	Minas	872.0
Minas.	Minas	1114.6
San José	San José	940.3
San José	Raigón	863.6
San José	Rodriguez	938.5
Colonia	Colonia	930.9
Canelones	Margat	827.8
Rocha	Rocha	961.6
Canelones	Guadalupe	949.5
Minas	Estación Solis	781.8
Rocha	Paso Real	987.8
Maldonado	Sierra	829.7
Maldonado	San Carlos	844.2
Montevideo	Villa Colón	963.6
Montevideo	Prado	966.8

174. — *Comentarios al mapa. Distribución de la lluvia por latitud.* El mapa udométrico que reproducimos de una monografía aparecida en 1922 ("Elementos fundamentales del clima del Uruguay", por Luis Morandi) está trazado sobre la base de esos resultados. Las conclusiones a que nos llevan se sintetizan así:

I — En términos generales (la ley es bien conocida y a ella también se refiere Davis en un interesante estudio so-



bre climatología argentina) la intensidad de la lluvia decrece a medida que aumenta la Latitud. Agrupadas por Latitud todas las observaciones del cuadro anterior se obtiene:

Latitud S de 30° a 32°	mm.	1168.3	
			— 58.0
» » 31° » 32°	»	1110.3	
			— 32.8
» » 32° » 33°	»	1077.5	
			— 86.6
» » 33° » 34°	»	990.9	
			— 68.3
» » 34° » 35°	»	922.6	

175. — *Distribución de la lluvia por zonas de intensidad.* — Un resultado que sin alterar sensiblemente la ley anterior, parece definir mejor la distribución de la lluvia en nuestro territorio, es el que la orienta de NE a SW en lugar de hacerlo de N a S. Para el territorio del Uruguay en efecto, se definen netamente tres zonas casi paralelas de intensidad creciente ordenadas de Suroeste a Noreste y que en nuestro mapa se señala con las letras A. B. C.

La primera (A) la de mayor intensidad, abarca casi toda la zona limítrofe con el Brasil y ofrece un total medio de mm. 1165.

La segunda (B) que se desarrolla de Sureste a Noroeste cruzando por el corazón de la República, presenta un valor medio anual de mm. 1015.

La tercera (C) es la litoránea y su promedio (el más bajo) alcanza a mm. 907.

176. — *No es simultánea la época anual de mayor intensidad udométrica en las distintas zonas del país.* — Un hecho importante y característico, que ya mencionamos en otras publicaciones y que nos limitamos hoy a señalar de paso, pues nuestro deseo sería volver sobre él con un examen más prolijo y mayor acopio de datos, es el siguiente.

Aún admitiendo, como ya dijimos, la no existencia en nuestro clima de épocas propiamente dichas de abundancia o escasez de lluvia, no se puede negar, en presencia de las cifras utilizadas en este estudio, que para algunos Departamentos del Sur, p. e., el pasaje del Verano al Otoño se caracteriza en los valores medios udométricos por un acrecentamiento apreciable en las precipitaciones.

Así en la serie de Villa Colón como en la del Prado, los meses de Marzo y Abril alcanzan promedios que se elevan sobre los demás en varias decenas de milímetros.

Pero esta moderada superioridad pluviométrica estacional *no coincide con las mismas estaciones del año en las distintas zonas del país.* De un primer cotejo, incompleto, parecería pertenecer la superioridad: Al *Verano* para la zona Sureste y Este; al *Invierno* para la del Este - Noreste y Norte; a la *Primavera* para el Oeste; a fines del *Verano* y al *Otoño* para el Sur.

CAPITULO XXI

La lluvia en el Uruguay (continuación)

SUMARIO — 177. Frecuencia de la lluvia en todo el país. — 178. Algunos records de lluvia para todo el territorio de la República.

177. — *Frecuencia de la lluvia en todo el país.* Utilizamos para el estudio de la frecuencia de la lluvia en todo el país los datos de diez estaciones, cuyos resultados resumimos en el cuadro siguiente:

Frecuencia anual de la lluvia en varias estaciones de campaña

	Días lluviosos	Días con menos de 1 mm.	Días con 1 a 10 mm.	Días con 10 a 25 mm.	Días con 25 mm. o más
Artigas	63.4	4,0	21 2	18.4	19 8
Paysandú	59.2	6 3	24.8	16.1	12.0
Melo	69.8	0 4	31.9	20.1	17 4
Durazno	64.5	1.0	30 1	19.2	14.2
Mercedes	79.3	14.1	36.9	15 9	12.4
Minas	76.0	5.2	40.3	16.5	14.0
Colonia	72.2	9.4	35.8	16 0	11.0
Canelones	71.8	3.9	35 7	18.5	13.7
Montevideo	83 2	13.8	40.3	18.5	10 6
Rocha	86.3	17.8	42.0	15.7	10 8
	72.6	7.6	33.9	17.5	13.6

Vemos por el cuadro anterior que si despreciamos los días con lluvia inferior al milímetro, cuyos efectos pueden considerarse prácticamente nulos, tenemos en término medio un día de lluvia cada cinco y medio para las zonas más favorecidas y uno cada siete para las menos.

Resulta también que en todas las zonas predominan decididamente las lluvias entre 1 y 10 milímetros que llevan ellas solas el 47 % del total anual. Las de 10 a 25 mm. las siguen con una proporción de 24 %.

Un 18 o|o son de lluvias superiores a 25 o|o, y apenas alcanzan al 13 % las inferiores al milímetro.

178. — *Algunos records de lluvia.* Como lo hicimos para la lluvia en Montevideo, transcribimos también algunos records de intensidad udométrica para todo el territorio de la República.

Mayor cantidad de lluvia en:

	Un año mm.	Un mes mm.	Un día mm.	Corta duración por minuto
Montevideo	2399 7	379.8	156.5	5.0
Artigas	1868.8	483.5	145.5	1.7
Paysandú	1757.9	307.9	116.9	—
Melo	2102 6	391.0	133.0	3.6
Durazno	2132 8	313.3	194.0	—
Mercedes	1684.6	306.6	144.8	3.0
Minas	2165 6	233.8	159.0	3.3
Colonia	1529.2	293 8	111.5	3.0
Canelones	1750.0	233.6	107.3	2.5
Rocha	1192.9	267.9	92.5	3 5
EN TODO EL PAÍS	2399.7	483.5	159 0	5 0

CAPITULO XXII

Las sequías en nuestro clima

SUMARIO—179. La sequía: definiciones y crítica. — 180. Como la define el autor. — 181. Aplicación de su criterio al período local 1884-1920. — 182. Sequías absolutas en nuestro clima. 183. Consideraciones que sugieren los anteriores resultados.

179. — *La sequía: definiciones y crítica.* Después de habernos ocupados en capítulos anteriores de la intensidad y frecuencia de la lluvia en Montevideo y en todo el territorio de la República, nos queda por dedicar algunas líneas al tema verdaderamente interesante de las sequías en nuestro clima.

Dimos en capítulos anteriores el total medio anual de lluvia para Montevideo (mm. 961.2) y para toda la República (mm. 1020). Con tan apreciable cantidad anual de lluvia y con tan discreta distribución durante el año de los días lluviosos, parecería que nuestro país debiera desconocer o casi el azote de las sequías.

Y sin embargo no es así. Esta queja surge a menudo de entre nuestros hombres de campo.

La *sequía* o período de pobreza udométrica fué definida en formas diversas por los que se ocupan de la materia.

Hellmann considera como *período de tiempo seco aquel en que el agua caída es tan escasa, que los agricultores no la tienen en cuenta o casi.*

Symons considera como *seca absoluta el período durante el cual el pluviómetro no señala un décimo de milímetro, por lo menos, durante catorce o quince días.*

La definición de Hellmann es en extremo arbitraria y hace imposible un estudio de conjunto y comparaciones; pues es bien evidente que para distintos cultivos o para distintas fases de los mismos es distinta la exigencia udométrica. A lo cual debe agregarse que la estación, naturaleza del terreno y hasta la forma en que haya sido preparado influye notablemente en el mejor o peor aprovechamiento de la lluvia.

Y eso sin tener en cuenta otras muchas circunstancias que podrían hacer variar el criterio relativo a las condiciones pluviométricas entre personas perteneciente a la misma zona climatero - agrícola.

La segunda definición asigna a las sequías límites demasiado reducidos. Con el criterio de Symons nuestro clima ofrecería en muchos años una serie casi ininterrumpida de sequías. Citando al acaso, el 1903 presenta nueve de esos períodos en nueve meses distintos. Y sin embargo su total (mm. 977.6) no peca ciertamente por falta, comparándolo con la normal.

180. — *Cómo la define el autor.* El autor cree razonable tomar como base el criterio propio: *Se considera como período de sequía el que por lo menos comprenda dos décadas sin una lluvia que no alcance a mm. 5.0.* Para este criterio práctico, se tiene en cuenta la naturaleza arcillosa del suelo,

predominante en el país: la forma ondulada del terreno que irregulariza la absorción y la hace difícil en las partes altas, la desproporción entre el suelo destinado al pastoreo y a la agricultura; el predominio de las gramíneas en los prados naturales que con su campacta red de raíces y guías forman como una coraza y dificultan la absorción y penetración de la lluvia: en fin, el laboreo poco hondo de la tierra en la mayoría de las labranzas.

181. — *Aplicación del criterio al período local (1884 - 1920).* Un estudio llevado sobre el período V. Colón - Prado (1884 - 1920) o sea 37 años ya utilizado varias veces en estos apuntes, demuestra:

I. — En los 37 años (1884 - 1920) hubo 137 casos en que con un intervalo de por lo menos veinte días seguidos, no cayeron lluvias superiores a mm. 5.1. Eso da un término medio de 3.7 períodos de esa naturaleza por año.

II. — De esos 137 períodos o intervalos sin lluvias de por lo menos mm. 5.1, son:

78	de	20	a	25	dias
20	»	26	»	30	»
16	»	31	»	35	»
10	»	36	»	40	»
6	»	41	»	45	»
2	»	46	»	50	»
1	»	51	»	65	»
3	»	56	»	65	»
137					

El mayor intervalo sin lluvia de por lo menos mm. 5.1 es de 65 días (1893). Debe mencionarse, sin embargo, el caso importante del intervalo Mayo 30 (incl.) a Agosto 27 (incl.), es decir 90 días, en los que la lluvia alcanzó apenas a mm. 5.7 el 16 de Agosto. En rigor, la sequía se prolonga hasta el 17 de Setiembre, es decir durante 108 días sin una sola lluvia que alcance los 10 milímetros.

III. — Todos los años del período, con la sola excepción del 1914 (cuya pluviosidad bate el *record* de las observaciones

seculares en la región del Plata) ofrecen algún caso de tales sequías: uno solo en 1900; dos en 1894, 1901, 1904, 1912, 1915 y 1916. El año 1897 cuenta con el máximum, siete intervalos entre 20 y 30 días.

182. — *Sequías absolutas.* En un estudio limitado a veinte años solamente, *considerándose como período de sequía absoluta el que no registre lluvias de un milímetro, durante dos décadas como mínimum,* se llega a las siguientes conclusiones.

I. — De tales períodos se observan 23 durante los 20 años estudiados o sea 1.15 por año.

11	son	de	20	a	25	días
7	»	»	25	»	30	»
5	»	»	30	»	45	»

III. — Los años 1888, 1889, 1900 y 1901 no ofrecen ningún caso.

IV. — Considerándolos en conjunto, de los 23:

5	pertenecen	al Verano
6	»	a la Primavera
2	»	al Otoño
10	»	al Invierno

o también: 16 pertenecen al período del año que corre de Abril a Octubre (estación fría): 7 de Octubre a Abril (estación calurosa).

183. — *Consideraciones que sugieren los anteriores resultados.* Se desprende de lo dicho que, en nuestro clima, el número de sequías que puedan verdaderamente considerarse tales en la práctica (de intervalos de 30 o más días sin lluvias apreciables) es, en resumen:

Una cada 6 años, si se trata de intervalos de 30 o más días sin lluvias de por lo menos 1 milímetro.

Una por año, si tomamos en cuenta lluvias de mm. 5.1.

Debemos, pues, buscar en otras causas fuera de la frecuencia en sí de las sequías, la razón de la queja mencionada más arriba. Seguramente la preocupación, la tendencia a exagerar

y a atribuir a todo el país hechos limitados a Zonas, entra como factor no despreciable.

Pero, dejando esto a un lado, no olvidemos, es útil repetirlo, la condición predominante de nuestro suelo arcilloso y compacto, la forma de explotación del mismo; la ondulación del terreno que rechaza el agua a los bajos provocando nuestras características y bruscas crecientes de arroyos y cañadas, mientras se desnudan las cuchillas y las lomas para elevar el lecho de los cursos de agua; la falta casi total de obras de regadío, cuando las corrientes subterráneas abundan a medianas profundidades en toda la República; la fuerza de los vientos no atenuada por defensas naturales o artificiales que moderen los efectos evaporantes así como la temperatura bastante elevada de nuestro clima.

Considérese, en fin, que la mitad de nuestras lluvias, exactamente el 51.4 %, no excede de mm. 5.0, y se tendrá en gran parte la explicación que se busca.

La repoblación de los montes: la formación de manchas arbóreas: la roturación del suelo más extensa y más honda: oportunas obras de canalización y regadío, éste sobre la base de aermotores dado el alto coeficiente de horas sin calma en nuestro clima (Véase: *Calmas interhorarias*, por L. Morandi) atenuarán los efectos de esta condición especial de nuestra pluviometría.

CAPITULO XXIII

Como se distribuye la lluvia

SUMARIO — 184. Generalidades. — 185. Absorción de la lluvia por el suelo. — 186 Absorción en distintas condiciones de cultivo. — 187. Lluvia que se evapora.

184. — *Generalidades.* Del caudal udométrico que alcanza al suelo una parte es absorbida por el suelo o corre por el mismo; otra es absorbida o retenida por las plantas; otra, en fin, vuelve a la atmósfera por evaporación. Numerosos factores modifican los coeficientes de cada una de esas partes, lamentando deber declarar que es muy poco e incom-

pleto lo hecho en el país, a pesar de ofrecer características decididamente propias, para darles una base racional.

185. — *Absorción de la lluvia por el suelo en distintas condiciones químico-físicas.* Donde la vegetación es pobre o raquítica; donde no existen bosques y no se practican cultivos la absorción del agua de lluvia depende, sobre todo, de la naturaleza y propiedades físicas del terreno.

La determinación del poder de absorción de los distintos terrenos ofrece dificultades; pero de numerosos experimentos realizados al respecto, puede deducirse:

I — Son *muy permeables* los terrenos calcáreos: cristalinos, semicristalinos, compactos, dolomíticos.

II — Son *permeables* los calcáreos, semicristalinos algo margosos, las arenas puras, las cenizas y escorias volcánicas, los detritus calcáreos en las faldas de las montañas o formando conos de deyección en los ríos y torrentes.

III — Son *semi-permeables* los esquistos marnosos, las arenas poco arcillosas y los conglomerados cuaternarios.

IV — Son *casi impermeables* los esquistos calcáreos y arcillosos alternados, las arenas arcillosas.

V — Son *impermeables* las arenarias, los esquistos arcillosos, los depósitos cuaternarios constituídos por elementos arcillosos.

Turmann aconseja el siguiente experimento demostrativo:

Moldéense cubos del peso de cien gramos formados con distintas tierras. Una vez secos, se sumergen en el agua para su imbibición. Los resultados obtenidos con este procedimiento prueban:

I — Que la absorción es proporcional al estado de subdivisión de las rocas.

II — Que todas las circunstancias modificadoras de ese estado, alteran también la cantidad de agua que pueden retener.

186. — *Absorción de la lluvia en distintas condiciones de cultivo.* La cantidad de agua de lluvia que filtra por terrenos cubiertos de vegetación herbácea es menor de la que filtra por terrenos cubiertos de vegetación arbórea y tanto menor, cuanto más inclinado es el terreno.

En ambos casos es menor que en terreno desnudo. La filtración aumenta rápidamente en terrenos labrados.

Pero mientras los terrenos desnudos o de pobre vegetación no presentan defensa a la desagregación, los favorecidos por vegetación más abundante sujetan la tierra con las trabas que oponen sus raíces al formar como una tupida red, mientras obligan el agua a filtrar lentamente llenando grietas e intersticios.

Absorción por la vegetación arbórea. — Una parte del agua de lluvia es absorbida ya directamente por las hojas, ya (y sobre todo) por las raíces en la vegetación arborea. Claro está que esta cantidad varía según numerosas circunstancias, relacionadas algunas con la índole de la planta, otras con las condiciones climatéricas.

Grave estima esta cantidad en un 17 o|o del agua caída, aunque no falten autores que la eleven hasta un 50 o|o en el Verano.

187. — *Lluvia que se evapora.* Es esta una parte difícilmente determinable, que puede llegar desde pocas centésimas del total cuando la temperatura es baja, el viento calmoso, larga la duración de la lluvia y el ambiente atmosférico en plena y general saturación, hasta la casi totalidad en circunstancias diametralmente opuestas, como sucede bastante a menudo en nuestro clima en la época calurosa del año.

CAPITULO XXIV

Como se distribuye la lluvia (continuación). — Lluvia que defluye a los cursos de agua

SUMARIO—188. Lluvia que defluye a un curso de agua. — 189. La carga de un río. — 190. Carga de las crecientes máximas. — 191. Conclusiones con respecto a la distribución del caudal de lluvia.

188. — *Lluvia de defluye a un curso de agua.* Como nos lo enseña la fácil experiencia de todos los días, una parte importante del agua de lluvia corre por la superficie por canaletas, zanjas, cañadas, cañadones, arroyuelos, arroyos y ríos para terminar en el depósito común, el océano.

A esta cantidad debiera, en rigor, agregarse la que, después de filtrar a través de los terrenos, sale a luz por las fuentes.

El conocimiento del coeficiente de lluvia que tiene este destino y de la velocidad con que desde la zona lluviosa (o cuenca) va a enriquecer un curso de agua, no es, en realidad, materia que pertenezca a nuestro programa; pero no está demás indicar someramente el procedimiento empleado para ello, haciendo así posible la previsión de crecientes o avenidas.

189. — *La carga de un río.* Por el método inductivo es posible determinar la carga de un río, una vez conocido el total de agua caída y el coeficiente útil de aflujo (K).

Llámase carga (Q) tratándose del agua de un río, la cantidad de agua que defluye en la unidad de tiempo.

Para obtener la *masa* o *carga* media anual se emplea la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{K\,P}{31.536.000}$$

en la que P es la cantidad de agua en metros cúbicos caída en un año y en un kilómetro cuadrado. Esta cantidad debe multiplicarse por el *coeficiente de aflujo K,* precedentemente mencionado y que varía entre 0.30 y 0.60 del agua caída. El denominador representa el número de segundos por año (365 días).

190. — *Carga de las crecientes máximas — Fórmula de Baccarini.* Se puede determinar con bastante aproximación la *carga* de las crecientes máximas en función de la altura de la lluvia durante las 24 horas, por la fórmula de Possenti, modificada por Baccarini:

$$Q = \frac{c\,a}{s}\left(m + \frac{P}{3}\right),$$

donde *m* es la extensión montuosa de la cuenca; *p* la extensión plana de la misma; *a* máxima altura de la lluvia (en

metros) caída en las 24 horas; *s* el desarrollo total del río en kilómetros; *c* coeficiente numérico que varía entre 700 y 800.

191. — *Conclusiones con respecto a la distribución del caudal de lluvia.* En resumen: Del agua de lluvia:

Una parte vuelve a la atmósfera por evaporación.

Una parte es absorbida por el humus y la vegetación que lo cubre.

Una parte filtra en proporción de la permeabilidad del terreno y o va a alimentar las fuentes, o es retenida en los grandes depósitos subterráneos.

Una última parte corre por la superficie del suelo, formando cañadas, arroyos, ríos, etc.

Aunque los coeficientes relativos a estas cuatro divisiones varíen de acuerdo con múltiples circunstancias, puede servir de útil indicación la distribución siguiente:

Tres sextas partes de la lluvia se evapora (50 %).

Una sexta parte es absorbida por las plantas (17 %).

Dos sextas partes por el terreno (33 %).

CAPITULO XXV

Sobre algunos tópicos relacionados con la lluvia

SUMARIO — 192. Materias nutritivas acarreadas por las aguas de lluvia. — 193. Coeficientes de riqueza de las aguas pluviales en azoe amoniacal y nítrico; en las zonas templadas. Deducciones. — 194. Id. íd. en la República: Resultado a que llega el doctor Schöeder. Deducciones.—195. Acción física de las aguas sobre el sol.

192. — *Materias nutritivas acarreadas por las aguas de lluvia.* Una parte de las impurezas en suspensión en la atmósfera precipita con la lluvia, a cuyas gotas sirve de núcleo de condensación.

Entre los arrastres de las aguas pluviales figuran como elemento fertilizador el ázoe en su forma amoniacal y en la de nitroso y nítrico. Refiriéndose a observaciones de Montsouris, Klein les asigna del primero (ázoe amoniacal) 1 mg.9 **por litro**; del segundo (nitroso y nítrico) 0. mg. 7. Veremos

más abajo cómo las proporciones cambian de un lugar a otro, con las condiciones del clima y también con la proximidad de zonas manufactureras.

Refiriéndonos al Uruguay, creemos que análisis metódicos y prolongados de pluviales o no se hayan realizado o no se hayan dado a conocer, exceptuándose el interesante estudio del doctor Schöeder, profesor de la Facultad de Agronomía, y que más abajo resumimos.

Como el origen del ázoe acarreado por las aguas pluviales reside en parte (no la más importante) en las descargas eléctricas y en la acción de las emanaciones ultra violetas del sol, es lógico suponer que su proporción deba cambiar durante el año de acuerdo con la mayor o menor frecuencia de las manifestaciones eléctricas y los valores de la nebulosidad.

Sería muy de desear que con el concurso de las Estaciones Agronómicas y de otras Instituciones similares, se practicara simultáneamente una investigación sobre pluviales procedentes de varios puntos de la República, durante un período de tiempo no menor de tres años, con anotaciones complementarias que contribuyan a arrojar luz sobre la intensidad y modalidades del fenómeno en nuestro clima.

193. — *Coeficientes de riqueza de las aguas pluviales en ázoe amoniacal y nítrico en localidades de las zonas templadas. — Deduciones.* Reproducimos de la Memoria del doctor Schöeder mencionada más arriba, los valores del epígrafe correspondientes a algunos puntos de las zonas templadas, agregando, para facilitar comparaciones, el coeficiente por litro en miligramos.

Importa notar que las cifras transcriptas pertenecen a épocas posteriores al 1880. A partir de este año se generalizó el método de Nessler que, sobre todo tratándose de azoe amoniacal, reduce sensiblemente los valores obtenidos con los métodos antiguos.

LOCALIDADES	Lluvia mm.	NITRÓGENO EN KILOS POR HECT.			Milígr. por litro
		Amoniacal	Nítrico	Total	
Rostock (Alemania) .	845	7.54	—	—	—
S. Michele (Austria) .	1116	13.26	6.46	19»72	1.76
Montsouris (Francia) .	547	11.62	3.61	15.23	2.80
Manhattam (U. S. A) .	747	2.94	1.15	4.09	0.54
Scandicci (Italia) . .	741	4.55	1.97	6 52	0.88
Gembloux (Bélgica) .	692	7.92	2.40	10.32	1.49
Bloemfonteim (Africa).	550	4.77	1.66	6.43	1.17

En tesis general, puede sostenerse que las lluvias de gotas pequeñas (y por tanto de caída más lenta) son más ricas en ázoe combinado, que las de gotas grandes (forma muy frecuente en las lluvias de las perturbaciones estivales) de caída más rápida.

En una misma lluvia el agua es tanto más pobre en compuestos nitrogenados, cuanto más dura la precipitación.

El nitrógeno caído en forma amoniacal sobrepasa en mucho la cantidad del caído en estado nitroso o nítrico.

Las excepciones o las exageraciones se han notado en proximidad de grandes centros industriales.

194. — *Riqueza en ázoe de nuestras lluvias: resultados a que llega el doctor Schöeder.* En análisis de lluvias remitidas por el autor desde el Observatorio del Prado, Schöeder obtiene los resultos siguientes:

MESES	Total de lluvia en milímetros (1)	Total de azoe amoniacal y nítrico en kilogramos por hectólitro	Milígramos por litro
Enero	116.1	0.345	0.29
Febrero	71.0	0.148	2 08
Marzo	216 0	0.307	1 42
Abril.	243.4	0 730	0.30
Mayo.	204.9	0.264	0.13
Junio	75 3	0.099	0 13
Julio	59.0	0.082	0.14
Agosto	128 8	1.175	0 86
Setiembre	42.4	0.869	2.05
Octubre	102.7	1 544	1.50
Noviembre	196 4	1.659	0.84
Diciembre	40 5	0.491	1.21
Totales	1496 8	7.713	10 95

Algunas deducciones. — Si se considera las lluvias de los cinco meses decididamente calurosos (Noviembre a Marzo), el coeficiente de ázoe se eleva a 1 mg. 7, contra 0 mg. 7 de los otros siete meses.

El año 1912 tiene 28 días con manifestaciones eléctricas. De este total corresponden 24 días a los meses Noviembre - Abril y 4 a los meses Mayo - Octubre. Ahora bien: Los meses favorecidos con mayor frecuencia de manifestaciones eléctricas arrojan un coeficiente de 1 mg. 02 por litro; los otros de 0 mg. 80.

De los 7.113 kilogramos por hectárea de substancias azoadas que el suelo del lugar de observación (Prado) recibió durante el año 1912, fueron de ázoe amoniacal K. 3680 y 4033 de ázoe en forma de ácido nitroso y nítrico.

Seguramente estos valores no pueden atribuirse a todo el país: como ya dijimos numerosas circunstancias pueden reducirlos o exaltarlos. Importa observar que nuestro suelo

(1) Los valores de lluvia sufrieron posteriormente una rectificación que modifica las cantidades en un total de milímetros 7.5 en todo el año; alteraciones que no afectan en forma sensible los resultados.

virgen, ondulado, compacto y gramilloso, no aprovecha debidamente de este elemento pluvial fertilizante. El aprovechamiento es casi total en tierras cultivadas.

195. — *Acción física de las aguas sobre el suelo.* — El agua ejerce una acción poderosa sobre el suelo, ya caiga bajo forma de nieve, ya de lluvia o de granizo.

Las avalanchas de nieve en las montañas arrasan, a veces, arrancan y transportan o empujan delante de sí cantidades de piedras y de barro. Al congelarse el agua de lluvia o de derretimiento en las grietas de las rocas, obra sobre ellas, (por aumento de volumen) como obraría un explosivo, contribuyendo a la disgregación de las mismas.

Líquida, el agua ejerce una doble acción bien definida, compenetrando más o menos las rocas, disolviendo los elementos solubles que transporta (aguas calcáreas, siliciosas, ferruginosas, sulfurosas, etc.). Cuando coopera la alta temperatura de las profundidades endógenas, esta acción llega a ser muy poderosa.

Mecánicamente obra sobre la superficie, socavando los terrenos, desgastándolos o reblandeciéndolos y arrastrándolos (zanjas de los caminos, cañadones: levantamiento del lecho de los arroyos y ríos, formación de islas fluviales, barras: preparación de terrenos sedimentarios).

A veces en las pendientes de las montañas o de las colinas corre entre un terreno impermeable y los superficiales — de aluvión — que descansan sobre él en equilibrio más o menos estable, llegando a desprenderlos por extensiones enormes precipitándolos al valle con sus plantaciones y poblados.

Otras acontece que las aguas de infiltración disuelven en las profundidades y se llevan cantidades grandes de materias solubles que constituyen en todo o en parte ciertas capas (yeso, sal yema, etc.), dejando oquedades que provocan derrumbamientos y convulsiones violentas. En 1875, para citar un solo caso, el Pitou de Neiges y el Gros - Morne en el circo de Salacia (Reunión) aplastaron en uno de esos fenómenos el pueblo de Gran - Sable por efecto de un derrumbamiento de cinco kilómetros de longitud desde una altura de 3.000 metros (E. Meurnier).

Hay que vigilar más severamente la ley relativa a los desmontes — A la acción destructora de las aguas: a su rápido aflujo a torrentes y arroyos, provocador de avenidas peligrosas e inundaciones, se oponen los bosques naturales o artificiales que atenúan y hasta evitan el desgaste y transporte de las tierras absorbiendo una parte considerable de la lluvia, enriqueciendo los manantiales y los cursos subterráneos.

Los efectos bienhechores de los bosques; las desastrosas consecuencias de las talas inconsideradas, se demostró hasta la evidencia en estudios e investigaciones largas y admirablemente llevadas en Francia, Italia y Alemania, donde los Gobiernos se vieron obligados a tomar medidas severas para conservar el patrimonio de todos e impedir la pérdida de fuertes intereses y de vidas humanas.

Si este peligro nos alcanza en menor escala dada la especial orografía del país, no deja de revestir importancia el servicio que, bajo otro punto de vista, prestan al clima y a los cultivos las plantaciones arbóreas y es doloroso constatar que, — por no citar otros ejemplos — mientras los silvicultores rusos realizan grandes plantaciones arbóreas en sus extensos cultivos de cereales y en las soledades desamparadas de sus estepas, en la fundada esperanza de llegar a reducir las sequías, otros países destruyen sin consideración lo que la próvida naturaleza ha formado durante largos años, sin preocuparse tan siquiera de reponerlo y sin pensar en los daños que ese proceder egoísta puede acarrear a la comunidad.

Cada uno de nosotros está en el deber no sólo de impedir tales obras vandálicas allá y hasta donde alcance nuestra influencia y nuestra responsabilidad, sino de iniciar la formación de manchas arbóreas ya reproduciendo las especies florestales indígenas, ya introduciendo especies nuevas que se adapten a nuestras condiciones de clima y suelo.

PARTE TERCERA

Metereología dinámica

CAPITULO I

El barómetro y sus variaciones

SUMARIO—196. Generalidades.—197. Variación diurna.—198. Variación anual. — 199. Distribución de la presión en la superficie terrestre. — 200. Centros permanentes de alta y baja presión.—201. Variaciones accidentales.—202. Amplitud absoluta de la presión. Id. en nuestro clima.

196. — *El barómetro y sus variaciones.* La mezcla atmosférica de gases y vapores de densidad y características distintas (Véase Cap. I de la 1.° P.) que rodea la tierra y participa de su movimtenio de rotación, conserva prácticamente inalterable su composición y no se separa en capas concéntricas, sobrepuestas en órden de densidad, gracias a los movimientos que la agitan en todo instante y en todo sentido bajo forma de corrientes ascendentes, descendentes y horizontales más o menos inclinadas.

Así como el movimiento de las aguas de un río, obedeciendo a la acción de la gravedad, se debe al desnivel del terreno que lo regula; los movimientos de la atmósfera se deben a las diferencias de densidad que se producen en ella y que se traducen en desniveles barométricos. La presión barométrica desempeña, por tanto, un papel fundamental en la dinámica del aire.

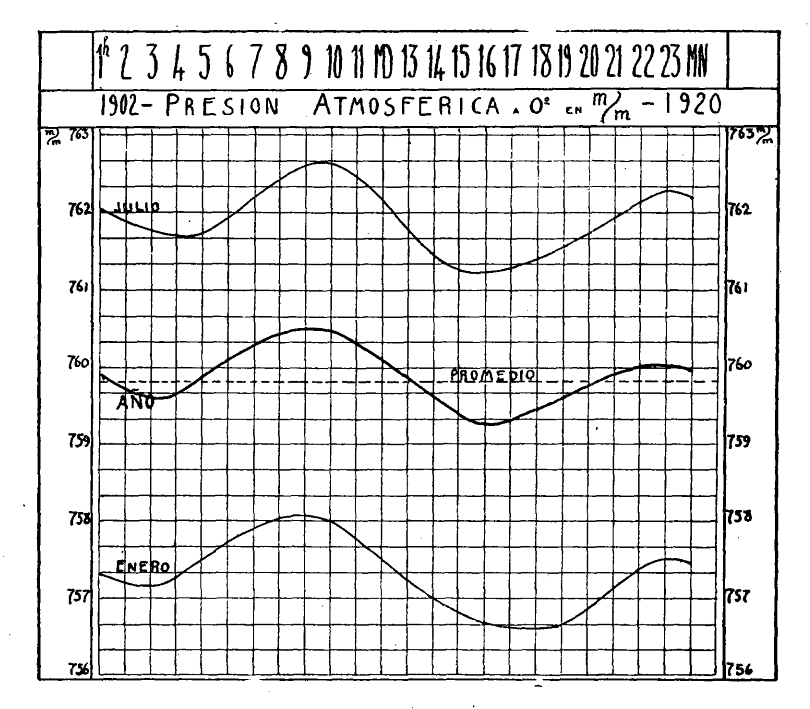
Torricelli en 1646 relacionó la altura de la columna mercurial del tubo barométrico con el peso del aire. Pascal en 1647 - 48 utilizó el Barómetro en Puy-de-Dôme como instru-

mento altimétrico y puso en evidencia la correlación entre sus variaciones y las modalidades del tiempo.

La presión barométrica es susceptible de tres órdenes de variaciones: la diurna, la anual y las variaciones accidentales.

197. — *Variación diurna de la presión.* La marcha diurna del barómetro ofrece dos máximos y dos mínimos. Si las perturbaciones accidentales la desfiguran a veces, pocas la anulan por comptelo.

En las regiones ecuatoriales, donde son menos frecuentes



y menos importantes las variaciones accidentales, la variación diurna es más acentuada y más regular: alcanza a mm. 3.0. Disminuye de amplitud al aumentar la latitud (por los 60° queda reducida a mm. 0.3). Es mayor en la estación calurosa que en la fría.

En la libre atmósfera o en las altas montañas la doble

fluctuación desaparece y la curva diurna de la presión presenta una sola oscilación, con fases análogas a la de la temperatura.

Variación diurna de la Presión en Montevideo. El cuadro siguiente (datos del Observatorio del Prado, período 1902-20) presenta la marcha horaria de la presión en nuestro clima: los valores están reducidos al nivel del mar.

El *máximum principal* se verifica alrededor de las nueve h. El *máximum secundario* por las 23 h. El *mínimum principal* por las 16 h. El *mínimum secundario* por las 4 h., con una fluctuación media diurna de mm. 1.39.

En los meses invernales el *máximum* y el *mínimum* principales se acercan, avanzando el primero de las 9 h. a las 10 h. y retrocediendo el segundo de las 16 h. a las 15 h. En la estación calurosa, por el contrario, se alejan de igual cantidad, produciéndose el máximum alrededor de las 8 h. y el mínimum por las 17 h.

La excursión diurna alcanza sus mayores valores a fines de la Primavera (Diciembre mm. 1.6) y los más bajos a principios del Otoño (Abril mm. 1.2).

Más adelante veremos como, a pesar de ser siempre muy pequeña esta variación, la práctica demuestra que es muy de tenerse en cuenta como indicio de cambios atmosféricos. El autor la comparó, y creo que acertadamente, al pulso en un enfermo.

Marcha horaria de la presión atmosférica (al n. d. m.) en Montevideo

(Observatorio del Prado 1902 - 20)

1 h. mm.	762.4	7 h. mm.	762.7	13 h. mm.	762.3	19 h. mm.	762.0
2 » »	762.2	8 » »	762.9	14 » »	762.0	20 » »	762.2
3 » »	**762.1**	9 » »	763.0	15 » »	761.8	21 » »	762.4
4 » »	762.1	10 » »	**763 0**	16 » »	**761.7**	22 » »	762.5
5 » »	762.2	11 » »	762.8	17 » »	761.7	23 » »	**762.5**
6 » »	762.4	12 » »	762 6	18 » »	761.8	24 » »	762.5

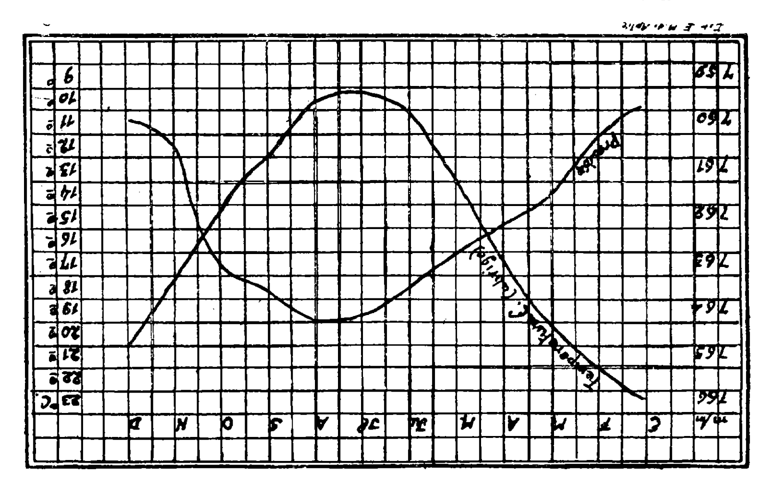
La causa de la variación diurna, llamada también por cierta aparente analogía, marea atmosférica, aunque aún no

bien establecidas en todos sus detalles, guardan relación con las modalidades del caldeamiento diurno del aire bajo la acción de la radiación solar en las altas y bajas capas atmosféricas. ¿Por cual mecanismo?, pregunta Klein. Es muy difícil por ahora contestarlo.

198. — *Variación anual de la presión.* Guarda relación menos con la latitud que con la altura y la condición oceánica o continental de la Zona.

En las alturas la presión es más elevada en verano que en invierno.

En los continentes la mayor presión se observa en la estación fría y el mínimum en el verano. Sobre el océano, por el contrario, el mínimum se produce en la estación invernal y el máximum en la calurosa. La razón se encuentra en el



Marcha mensual de la presión (al n. d. m.) y de la temperatura C. al abrigo en Montevideo (Prado). — Período 1906-20

distinto caldeamiento de océanos y tierras. En el verano la atmósfera de los continentes, más caliente que la que descansa sobre los océanos, se dilata, se eleva y se arroja en parte sobre los océanos elevando así su presión. Lo contrario sucede en la estación invernal.

En Montevideo, como puede verse por el siguiente cuadro, la presión sigue una marcha anual que, con pequeñas varia-

ciones, es inversa a la de la temperatura. El máximum mensual medio lo presenta Agosto con mm. 764.5: el mínimum Diciembre con mm. 759.7 (al n. d. m.).

Marcha mensual y extremos absolutos de la presión en Montevideo

(Observatorio del Prado 1901 - 20)

MESES	Promedio mensual — Milímetros	Fluctuación media diurna — Milímetros	Presión máxima absoluta — Milímetros	Presión mínima absoluta — Milímetros	Excursión absoluta — Milímetros
Euero	759.9	1.4	770.2	744.5	25.7
Febrero . . .	760.6	1.3	770.9	744.7	26.2
Marzo	761.8	1.4	774.0	748.4	25.6
Abril	762.4	1.2	775.5	743.6	31.9
Mayo	763.0	1.4	775.9	745.8	30.1
Junio	763.7	1.3	775.7	743.3	32.4
Julio	764.3	1.4	777.9	742.4	35.5
Agosto. . . .	**764.5**	1.4	776.9	746.4	30.5
Setiembre. . .	763.8	1.5	**780.2**	743.1	37.1
Octubre . . .	763.3	1.4	775.3	**741.9**	33.4
Noviembre . .	760.7	1.5	771.4	744.1	27.3
Diciembre . .	**759.7**	1.6	772.5	743.8	28.7
Periodo 1901-20	762.31	1.39	780.2	741.9	38.3

Transcribimos en gráfico parte de esos valores agregando los relativos a la temperatura al abrigo.

199. — *Distribución de la presión atmosférica en la superficie terrestre.* La distribución de la presión en la superficie terrestre está vinculada al mismo tiempo que a la distribución de continentes y océanos, a la circulación general atmosférica y a la influencia de las grandes corrientes marinas.

Desde ya puede sentarse el principio de que la región donde reina un máximum absoluto o relativo de temperatura, es también el asiento de un mínimum absoluto o relativo de presión: e inversamente. El mayor caldeamiento de una superficie trae consigo un mayor caldeamiento de las capas atmosféricas en contacto y, por ende, una disminución de su densi-

dad o sea la formación de un área de baja presión. Lo contrario sucede en las superficies menos caldeadas, que se convierten en areas de altas presiones.

200. — *Centros de acción atmosférica.* Los contra alisios o corrientes de retorno, que efluyen como corrientes superiores de las regiones ecuatoriales, por la acción desviatriz de la rotación terrestre y de acuerdo con la Ley de Ferrel, se inclinan cada vez más a medida que se alejan de su punto de partida y descienden hacia la superficie para dirigirse rumbo a las regiones polares llegando en latitudes más altas a soplar casi del Oeste.

Procediendo de regiones donde la velocidad de rotación terrestre es mayor y conservando por inercia esta propiedad, al alcanzar más altas latitudes su velocidad llega a superar en mucho la de rotación local. El efecto de esta mayor velocidad, que se manifiesta en el sentido mismo de la rotación terrestre, a saber de Oeste a Este, es apartar el aire del eje de rotación, produciendo allí un enrarecimiento.

Se formarán así en las zonas polares *dos centros de baja presión* de origen mecánico, mientras en el Ecuador, fuertemente azotado por los rayos solares, se extenderá una *faja de baja presión* de origen térmico.

La simultaneidad de los dos mínimos así ubicados (el del Sur siente la influencia del continente antártico, cuya existencia fué comprobada por recientes expediciones) en un fenómeno de orden continuo como lo es la presión, supone necesariamente entre los dos la existencia de un máximum. ¿Cómo puede haber valle si no hay cumbre?

Ese máximum existe y así la teoría (Férrel, Helmholtz) como la práctica (Maury, Teisserenc de Bort) lo ubican en uno y otro hemisferio, entre los 30° y 35° de latitud, que representan los extremos de esta coordenada en nuestro territorio. Es en esta zona donde forzosamente se cruzan las corrientes de ida y retorno en la circulación general atmosférica.

Klein reproduce el siguiente cuadro de la distribución de la presión media anual en toda la superficie terrestre, calculado sobre las cartas isobáricas medias.

Presión media anual (al n. d. m.)

LATITUD	H. N. — Milímetros	H. S. — Milímetros
0°	758.0	758.0
5°	58.0	58.3
10°	57.9	59.4
20°	59.2	61.7
25°	60.4	63.2
30°	61.7	63.5
35°	62.4	63.2
40°	62.0	60.5
50°	60.7	53.2
60°	59.2	43 4
70°	58.7	38 0

Pero mientras el mínimum ecuatorial forma una zona continua sobre toda la periferia ecuatorial rodeando la tierra como una gran faja de más de 15° de ancho, los anillos de alta presión por circunstancias distintas, entre las que priman la distribución continental y océanica y las corrientes marinas, se cortan y se fraccionan reduciéndose a fragmentos aislados de alta presión.

Si se examina el mapa isobárico anual, se descubren cinco centros de alta presión en el hemisferio Norte y tres en el hemisferio Sur, todos ellos por los 30° de latitud o en su proximidad.

Los del H. Norte están así ubicados:

1.° — Cerca de las Azores (Atlántico N.).

2.° — Cerca de las Bermudas (Atlántico).

3.° — El de Sandwich (Pacífico N.).

4.° — El continental Siberiano.

5.° — El continental Americano.

En el H. Austral, donde las superficies oceánicas priman sobre las continentales reduciendo en mucho su acción perturbadora, los centros de alta presión gozan de mayor fijeza. Los encontramos entre los 30° y 35° con la característica de que mientras el Verano y el Invierno provocan en los del

hemisferio septentrional modificaciones fundamentales de intensidad y ubicación, los tres centros de nuestro hemisferio, todos oceánicos, permanecen casi iguales en intensidad en ambas estaciones (mm. 765), pero sí alterando sus límites. Su ubicación es la siguiente:

1.° — En el Pacífico al Oeste del Perú.

2.° — En el Atlántico: es casi equidistante de las costas de Africa y América del Sur en el Verano.

3.° — Al Oeste de Australia.

El segundo tiene para nosotros especial interés, pues mientras en el Verano su ubicación es netamente océanica, en Invierno avanza a uno y otro lado sobre los continentes sud-africano y sud-americano actuando como factor de gran importancia en la modalidad del tiempo de estas regiones.

Como carácter general, podemos reconocer en los centros de alta presión de ambos hemisferios: que mientras los centros oceánicos son casi inconmovibles a pesar de alternarse la estación fría y la caliente, sobre los continentes están sujetos a una gran inestabilidad, llegando a veces a desaparecer y a ser substituídos por centros de baja presión en la estación calurosa.

Estos centros de alta y baja presión, que Teisserenc de Bort llama *centros de acción atmosférica,* desempeñan un papel importante en la circulación del aire: "presiden los movimientos ciclónicos y anticiclónicos, orientan los vientos generales y son los organizadores de la circulación de las masas de aire" (Berget).

201. — *Variaciones accidentales de la presión.* Son las que se relacionan con los cambios de tiempo y que acompañan las perturbaciones atmosféricas. De sus modalidades y de los fenómenos que provocan nos ocuparemos en los capítulos siguientes.

202. — *Amplitud de la excursión absoluta barométrica en toda la superficie terrestre.* Las subas y las bajas barométricas están limitadas, en la práctica, a valores seculares y que varían de una región a otra.

Considerando el barómetro al nivel del mar, puede fijarse como límite inferior de la altura barométrica la observada en

Felse - Point (India) el 22 de Septiembre de 1885 durante una tempestad de gran violencia: mm. 590; y la observada en la Habana en 1846, mm. 687.

Las más altas presiones se anotaron en Arkangel el 22 de Enero de 1907 con mm. 797 y en Iakhoustk el 14 de Enero de 1893 con mm. 120.

Resulta así que la fluctuación del Barómetro en toda la superficie terrestre desde que se observa metódicamente, no ha excedido de mm. 807.

Excursión absoluta en Montevideo. En Montevideo el *Mínimum absoluto* registrado fué de mm. 741.9 y el *Máximum* de mm. 780.2 que dan una excursión absoluta de mm. 38.3 (observaciones del Colegio Pío de V. Colón y del Observatorio del Prado durante el período 1883 - 1922.

CAPITULO II

Formaciones isobáricas en general

SUMARIO — 203. Isobaras. Cartas del tiempo. Centros de baja y alta presión. — 204. Gradiente.—205. Valor de los gradientes en los ciclones y en los anti-ciclones. — 206. Vientos normales y anormales en relación con los gradientes (Guilbert). — 207. Inclinación del viento sobre la línea del gradiente.—208. La forma isobárica en el espacio: superficies isobáricas e isobaras. Deformaciones de las superficies isobáricas sobre centros de baja y de alta presión.

203. — *Isobaras.* Cuando se poseen valores barométricos mensuales, estacionales o anuales, o los simultáneos, para distintos puntos de una gran superficie, después de haberlos hecho homogéneos aplicándoles las debidas correcciones (instrumental, de temperatura, altura y gravedad), pueden trazarse con ellos las cartas isobáricas.

Llámanse *isobaras* las líneas continuas trazadas sobre un mapa que unen puntos donde la presión tiene el mismo valor. En general en las *cartas del tiempo* o *sinópticas,* que son la base para la predicción, las isobaras, obtenidas directamente o por interpolación donde hay carencia de datos directos, se hallan distribuidas de 5 en 5 milímetros o de 1 en 1 cuando se pretenden mayores detalles.

Cuando se cierran, el espacio encerrado por la de más baja presión de las isobaras concéntricas se denomina *centro de baja presión* o *depresión.* El mayor o menor distanciamiento de las isobaras que rodean ese centro revela el mayor o menor desnivel barométrico o, en otros términos, una pendiente barométrica (gradiente) más o menos acentuada que guarda estrecha relación con la intensidad de la perturbación atmosférica.

Así como en el plano inclinado de un embudo una esferilla libre se verá impelida a moverse desde la parte alta (o periferia) a la baja (o centro) por la línea de pendiente máxima, y lo hará con una velocidad proporcional al desnivel y a la distancia al centro; así también una molécula de aire tenderá a moverse desde un punto de alta presión a otro de presión más baja: y su velocidad será directamente proporcional a la diferencia de presión entre las dos estaciones, e inversamente proporcional a su distancia.

204. — *Gradiente barométrico.* Es la disminución de la presión expresada en milímetros de mercurio, que se observa entre dos puntos separados uno de otro por la unidad de distancia y situados sobre una normal común a las isobaras inmediatas.

Tomando como unidad de gradiente un milímetro de presión y como unidad de distancia la de un grado de meridiano medio terrestre o sea klmts. 111, se llega a la expresión:

$$gr = \frac{d \times 111}{D}$$

donde *d* es la diferencia barométrica entre las estaciones, *111* la unidad de distancia, en kilómetros; *D* la distancia en kilómetros entre las dos estaciones.

Hagamos un caso práctico.

Salto	Barómetro	m/m	760.2
Montevideo . . .	»	»	754.3

Distancia: kilómetros 380.

gr = m/m 5.9 × 111 = 654.9 : 380 = gradiente 1.7.

O también:

380 : 111 = 3.4
5.9 : 3 4 = gradiente 1.7

205. — *Valor de los gradientes.* El gradiente da sólo una idea aproximada de la intensidad del viento. Veremos cómo se presentan casos en los que el viento no guarda relación con el gradiente, y la significación que, según Guilbert, eso tiene en el desarrollo y marcha de la perturbación.

Baldit calculó la intensidad de los gradientes en las formaciones ciclónicas y anti - ciclónicas, conforme a los radios de las isobaras, obteniendo los siguientes resultados:

Velocidad del viento en función del gradiente (m/s)

GRADIENTE EN M/M POR GRADO

(*Depresión*)

RADIO DE LA ISOBARA	1 — m/s	2 — m/s	3 — m/s	4 — m/s	5 — m/s
200 kilometros .	6m5	11m2	15m1	18m4	21m4
600 »	7m6	14m0	19m6	24m6	29m3
1000 »	7m9	14m9	21m3	27m2	32m6
∞ (lineas casi rectas) . . .	8m5	16m9	25m4	33m9	42m4
(*Anti - ciclón*)					
200 kilometros .	—	—	—	—	—
600 »	10m0	—	—	—	—
1000 »	9m3	21m0	40m1	—	—
∞	8m5	16m9	25m4	33m9	42m4

Analizando el cuadro, se ve, que por un mismo gradiente la velocidad aumenta con el radio de las isobaras en el caso de una depresión; disminuye a medida que aumenta el radio en el caso de un anti - ciclón. La ausencia de viento en la tabla de los anti - ciclones significa que esas velocidades son incompatibles con las áreas anti - ciclónicas, no pudiéndose producir los gradientes a los que deberían corresponder.

En resumen: los vientos débiles corresponden a valores de gradientes comprendidos entre 0 y 1; los fuertes entre 1.5 y 2.5; los muy fuertes de 3 a 4. Los gradientes superiores a esta cifra corresponden a violentas tempestades.

206. — *Vientos normales y anormales según Guilbert* El gradiente, como dijimos, mide la pendiente isobárica con la cual debe guardar relación de velocidad el descenso de las moléculas de aire que describiendo espirales, corren de una región de alta presión a otra de baja.

Guilbert, basándose en observaciones de largos años, llamó *viento normal* el que tiene en la escala de Beaufort un valor doble del valor del gradiente. Si, p. e., el gradiente es de milímetros 1.5, será normal un viento de 3 en la escala Beaufort (6 $^{m}/_{s}$) La escala de Beaufort va de 0 a 12, calma y huracán respectivamente.

Si la velocidad del viento es evidentemente superior o inferior al valor determinado en esa forma, tendremos vientos *anormales por exceso o por defecto.*

207. — *Inclinación del viento sobre la línea del gradiente* El gradiente siendo lo que en el ejemplo anterior señalábamos como línea de menor resistencia, las moléculas deberían deslizarse en sentido radíal desde la periferia hacia el centro. Y así sería, si la tierra no se moviera. Pero, la rotación de la tierra desvía los cuerpos hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio Sur (Ley de Ferrel). Solamente en el Ecuador es nula esa fuerza desviatriz.

Por la Ley de Ferrel el viento, en lugar de ser perpendicular a las isobaras, tiende a ser cada vez más oblicuo a las mismas, hasta aproximarse a la tangencia a medida que descendemos desde el Ecuador a los polos.

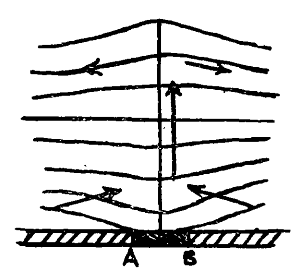
Esa inclinación depende también de la velocidad: la inclinación es tanto más fuerte cuanto más fuerte es el viento.

Son factores importantes también las resistencias que, comportándose como un freno, pueden modificar la velocidad. Así en los continentes, donde los roces son mayores, la velocidad del viento se reduce y la desviación es menor. En el Océano sucede todo lo contrario. De ahí que en pleno océano los vientos, por su mayor velocidad, se aproximen a ser tangentes a las isobaras más que en los continentes.

208. — *La presión isobárica en el espacio.* De ser la tierra homogénea en toda su superficie y con la misma temperatura, la presión atmosférica iría disminuyendo regular-

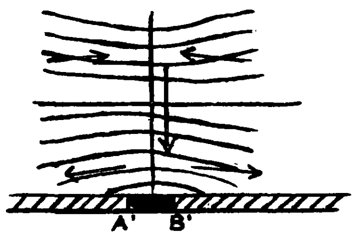
mente con la altura, de acuerdo con la ley del decrecimiento teórico formulada por Laplace: *Cuando las alturas crecen en progresión aritmética, la presión disminuye en progresión geométrica.* Así todos los puntos de la atmósfera colocados a igual altura, tendrían igual presión, formándose superficies esféricas de igual presión concéntricas a la superficie terrestre. Esas esferas, en el caso hipotético que analizamos, se denominarían *superficies isobáricas.*

En la realidad las cosas no pasan así: la desigual distri-



Deformación en embudo

bución de la temperatura en la superficie trae como consecuencia la formación de centros de alta y de baja temperatura, que a su vez engendran respectivamente centros de baja y de alta presión. Sucede, por tanto, que por encima de un centro de baja presión las isobaras regulares, o sea las esféricas concéntricas de la teoría, se deforman viéndose obligadas a inclinarse hacia el suelo como en la figura.



Deformación en sombrero

Tenemos así en proximidad de un centro de baja presión superficial, una serie de *embudos* metidos uno en otro. Son

éstos los que, al encontrar el suelo, forman las *líneas isobáricas* trazadas sobre las cartas meteorológicas y que representan, como se ve, la intersección de las superficies isobáricas con el suelo. Más próximas son esas intersecciones y más inclinadas resultan las superficies isobáricas y por tanto mayor el gradiente o sea la velocidad del viento en los casos comunes.

Un fenómeno inverso se produce sobre un centro de baja temperatura y, consiguientemente, de alta presión. Aquí las superficies isobáricas se deforman en sombrero por encima del centro.

CAPITULO III

Circulación del aire en los sistemas isobáricos

SUMARIO—209. Ley de Ferrel. — 210. Circulación en el sistema ciclónico y en el anti ciclónico. —211. Génesis de ambos sistemas

209. — *Ley de Ferrel.* Antes de ir más lejos en el estudio del régimen ciclónico y anti - ciclónico conviene refrescar una Ley que tiene gran aplicación en la Meteorología mecánica y a la que ya nos hemos referido.

Halley, el célebre astrónomo que tiene su nombre vinculado al gran cometa periódico, ya había hecho referencia (1686) a los fundamentos de esta Ley, atribuyendo a la rotación terrestre la desviación de las corrientes atmosféricas y combatiendo la opinión de que los alisios se debían al retraso de la atmósfera relativamente al movimiento de la tierra. Pero fué Ferrel que por primera vez en 1856 trató matemáticamente el problema complejo de la circulación de las masas gaseosas que envuelven la esfera terrestre en movimiento. Helmholtz lo profundizó en 1888-89 y de su estudio teórico se desprenden deducciones en notable concordancia con los resultados prácticos a que llega Teisserenc de Bort. Los cálculos de Helmholtz arrojan la conclusión de que: mientras en las altas capas atmosféricas los movimientos de las corrientes de aire deben ser continuos por no su-

frir el aire las resistencias debidas al contacto con el suelo, las capas bajas que las experimentan, ofrecen movimientos ondulatorios y son susceptibles de dar orígen a tempestades y borrascas.

Teisserenc de Bort, basándose en los resultados de observaciones efectuadas sobre todo mediante cometas metereológicas, globos - sondas y pilotos, divide la atmósfera en *tropo-esfera* y *estrato - esfera*. La primera, asiento de todas las conmociones atmosféricas: la segunda, por encima de los 10 a 12.000 metros, sin perturbaciones (Véase I parte, parágrafo 7).

A Ferrel se debe la ley que lleva su nombre:

Un cuerpo que se mueve libremente sobre la superficie terrestre, tiende a desviarse de la dirección seguida en cada instante, hacia la derecha, si el cuerpo se encuentra en el hemisferio septentrional; hacia la izquierda si en el meridional.

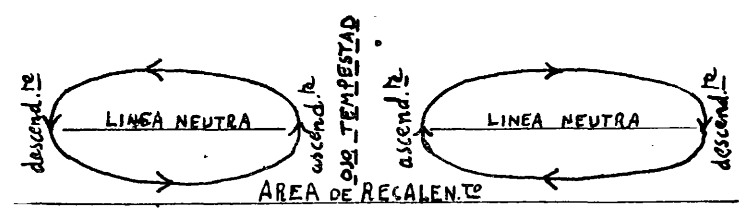
La tierra rota de occidente a oriente. Un punto situado en los mismos polos siempre se mantiene en quietud; otro ubicado a los 45 grados recorre 329 m|s., y 465 m. si en el Ecuador. El movimiento de una corriente de aire es perturbado por esas velocidades, que cambian según la latitud, no precisamente en su velocidad intrínseca (no tomemos en cuenta los roces), si no en su dirección, sufriendo desviaciones que se producen conforme a la ley enunciada más arriba.

210. — *Circulación del aire en su régimen isobárico.* Como dijimos, si la tierra no estuviese animada del movimiento de rotación, en una perturbación isobárica las moléculas de aire descenderían desde las altas presiones hacia las bajas, con un movimiento rectilíneo centrípeto. El movimiento de la tierra introduce en ese recorrido una desviación fijada por la ley de Ferrel más arriba enunciada. Las moléculas seguirán una línea curva.

En un régimen ciclónico, a saber en un sistema de isóbaras circulares y concéntricas alrededor de un centro de baja presión, la desviación se traducirá en espirales que engendrarán un movimiento curvilíneo general del viento alrededor del centro de depresión: en el sentido de las agujas de un reloj en nuestro hemisferio y en sentido contrario en el hemisferio septentrional.

En un sistema anti - ciclónico o sea el que se engendra alrededor de un centro de alta presión, el movimiento se producirá en sentido inverso y las corrientes inferiores serán divergentes del centro.

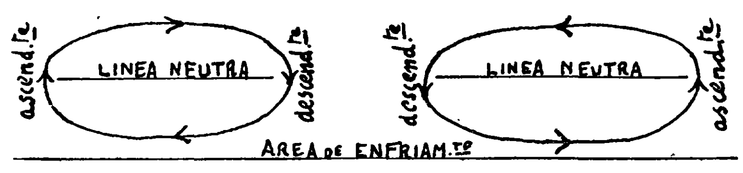
211. — *Génesis de los centros ciclónicos y anti - ciclónicos.*



Como circula el aire un un sistema ciclónico (H. S.)

En esta muy debatida cuestión, sin negar la influencia de otras causas, puede considerarse como fundamental la formación de áreas de fuerte caldeamiento o enfriamiento.

En un *sistema ciclónico* la circulación de aire será la siguiente: cerca del suelo corrientes vorticosas que desde todos los puntos convergen hacia el centro de depresión, elevando cada vez más su temperatura, para dirigirse desde esa zona central hacia las alturas como corrientes ascendentes. Al hahacerlo así por su menor densidad y bajo el empuje del flujo ascendente contínuo, tienden a vaciarse hacia fuera para luego, o enfriándose y condensándose, iniciar el descenso desde todos los puntos e incorporarse en parte a los vientos de convergencia.



Como circula el aire en un sistema anticiclónico (H. S.)

En un *sistema anti - ciclónico* las cosas procederán inversamente aunque, en general, con menor intensidad por los menores gradientes. Las capas de aire en contacto con la superficie de enfriamiento, se condensan más que las de las

regiones adyacentes, provocando una corriente de arriba a abajo. En las capas altas, donde se ha iniciado esta corriente descendente, se engendra un activo llamado lateral de aire para restablecer el equilibrio estableciéndose así una afluencia de aire o vientos convergentes. Este mecanismo provoca un aumento de presión en las capas inferiores, desde donde el aire se arroja hacia la periferia en corrientes divergentes bajas que al dilatarse pasando de una región fría como en el centro a otras cada vez más templadas, se transformarán en corriente ascendentes que alimentarán en parte las centrales descendentes.

CAPITULO IV

Generalidades del régimen ciclónico

SUMARIO — 212. Aspecto general de una perturbación ciclónica. — 213. Movimiento de rotación y traslación.—214. Trayectorias. — 215. Hemiciclos manejable y peligroso.—216. Frente y cola.—217. Area o anillo de lluvia.

212. — Dentro del régimen ciclónico hay todas las gradaciones posibles, desde el remolino de pocos centímetros de diámetro, la tromba de pocas decenas de metros, el tornado (frecuente al Sur de los Estados Unidos y no desconocido en nuestros departamentos litoraneos del Uruguay) hasta los ciclones tropicales, subtropicales y de las zonas templadas que pueden alcanzar diámetros de millares de kilómetros.

La forma circular de estas perturbaciones raras veces es perfecta: se oponen a ello las circunstancias topográficas y físicas del área que ocupan, cuya acción se relaciona con la naturaleza de esas circunstancias, y es tanto mayor cuanto más grande es la extensión del sistema y menos pronunciada en él la circulación de las corrientes vorticosas.

Un sistema ciclónico oprimido en dos lados contrarios por áreas de alta presión (anticiclones) presentará. p. ej., una configuración isobárica alargada (óvalo).

213. — *Rotación y traslación.* En estos fenómenos debemos señalar dos movimientos: el de *rotación* y el de *trasla-*

ción. Del primero nos hemos ocupado al referirnos a la ley de Ferrel. Su velocidad puede alcanzar de 40 a 50 m|s.

El segundo es el movimiento por el cual el sistema se traslada desde su punto de origen hacia regiones muchas veces alejadas de él millares de kilómetros.

La velocidad de traslación es, en general, muy inferior a la de rotación. En los Estados Unidos la media es de unos 45 km.|h; velocidad que desciende a 30 sobre el Atlántico y a unos 27 km.|h. para Europa.

Según apreciaciones llevadas sobre la marcha de nuestras perturbaciones, su velocidad de traslación parece no exceder de 25 a 30 km|h. El autor, sin embargo, tiene determinadas velocidades hasta de 60 km|h. en algunas turbonadas locales de gran intensidad.

214. — *Trayectorias.* Por lo dicho, se ve que las depresiones son fenómenos que viajan y no al acaso, sino obedeciendo a causas de distinto orden, permanentes algunas, variables otras. La línea que recorre el centro de perturbación en su avance se denomina *trayectoria de la perturbación.*

Las trayectorias pocas veces son rectas: su forma general es la parabólica. Cuando la parábola está bien definida, como sucede en muchas de las perturbaciones que nos alcanzan, llámase *vértice o punto de recorva* el que separa las dos ramas de la parábola, la ascendente y la descendente. El punto de recorva de nuestras trayectorias está dirigido grosso modo, entre el Oeste y el Noroeste.

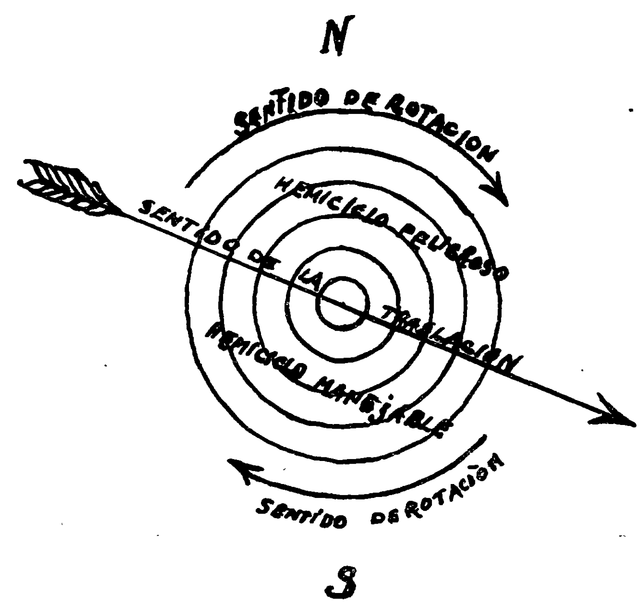
En las regiones azotadas por ciclones, éstos tienden a seguir poco más o menos las mismas rutas, constituyendo lo que puede llamarse *hábito de dirección.* El esfuerzo continuado de los servicios meteorológicos permite determinarlo y fijarlo sobre mapas.

Circunstancias especiales pueden desviarlos de esos rumbos, entrando como factor eficiente de variación el carácter de las estaciones del año, el avance o retroceso de los centros permanentes de acción atmosférica, etc.

Como ya se dijo, en nuestras latitudes la dirección predominante de las perturbaciones, sean de origen tropical o procedan de las llanuras del Sur, es, grosso modo, de Oeste a

Este, o más bien de WNW a ESE, inclinándose más decididamente al NW en el primer caso y al W en el segundo. Es la dirección que predomina en general en la marcha de las depresiones lejos de los trópicos.

En las zonas tropicales, las perturbaciones tienen al principio un movimiento en sentido contrario (de E a W), para luego inclinarse hacia la derecha en el hemisferio norte y



Traslación y rotación con un sistema esférico en c. c.

hacia la izquierda en nuestro hemisferio. Es, bajo otro aspecto, la ley de Ferrel que también aquí entra en juego, desde el momento que la perturbación es *un cuerpo que se mueve libremente en la superficie terrestre.*

212. — *Hemiciclo manejable y hemiciclo peligroso.* Bajo el punto de vista de la fuerza del viento la perturbación ciclónica, sea cual fuese su índole y magnitud, puede dividirse en dos partes. *Llámase hemiciclo manejable* aquel donde la velocidad de traslación se resta en todo o en parte de la velocidad de rotación; *hemiciclo peligroso* aquel donde las dos

velocidades se suman. El centro del sistema se caracteriza por una calma pasajera y serenidad del cielo.

En nuestro clima admitiendo como dirección habitual de las perturbacines ciclónicas la de WNW — ESE y produciéndose el movimiento del aire al rededor del centro en el sentido de las agujas de un reloj, el hemiciclo peligroso sería el septentrional y el manejable el del sur.

213. — *Frente y cola de un ciclón.* Si trazamos una perpendicular al eje mayor del sistema, que pase por el centro, nos resultarán dos hemiciclos iguales en el ejemplo, desiguales en la generalidad de los casos reales por afectar las isobaras una forma más o menos ovalada: el del *frente* (en el sentido de la marcha de la perturbación) caracterizado por barómetro en baja, isobaras más espaciadas, temperatura más alta, cielo cada vez más cubierto (desde los *cirrus* a los *nimbus*); y el posterior o *cola* donde las isobaras más cerradas dan gradientes más intensos, vientos más fuertes, más baja la temperatura, el barómetro en suba, el aire más seco y cielo que se despeja cada vez más.

Area de lluvia en un ciclón. En los sistemas ciclónicos alrededor del centro pero en general sin alcanzarlo, se forma una área, zona o, mejor dicho, un anillo de lluvia ovalado, que invade más la parte anterior y, en nuestras regiones, carga más hacia el sur de la depresión que hacia el norte.

CAPITULO V

Tipos isobáricos

SUMARIO—214. Principales formas isobáricas.—215. — Ciclón y sus características fundamentales. — 216. Principales zonas de formación de los ciclones. Orígen de los ciclones antillanos. — 217. Nuestras perturbaciones ciclónicas. Frecuencia de las perturbaciones ciclónicas en las costas orientales de la América del Sur. — 218. Rotación del viento en una perturbación ciclónica. — 219. Ley de Buis - Ballot para fijar la demora del centro. — 220. Ley (?) de Dove.

214. — *Tipos isobáricos.* La configuración de las isobaras puede reducirse a pocas formas fundamentales, hacia las

que tienden las demás como hacia un tipo definitivo. A cada una de estas configuraciones isobáricas, que aparecen en toda la superficie terrestre, prevaleciendo según las zonas un tipo más que otro, corresponde cierta clase de tiempo, si bien éste puede ser modificado por circunstancias locales.

A) Ciclones, que abarcan: las perturbaciones satélites, las abolsaduras, las depresiones en V (o depresiones de Abercromby).

B) Anticiclones, que abarcan promontorios y cuñas.

C) Vertientes.

D) Gargantas, sillas.

E) Itsmos.

F) Presión nivelada.

215. — *Ciclón. Características de sus distintas partes.* Es la modalidad más importante, regular y frecuente de las perturbaciones isobáricas. Sus características se destacan siempre con claridad sobre los fenómenos locales.

En el ciclón típico las isobaras son de forma algo ovalada con el eje mayor dirigido en el sentido de la traslación del sistema. Su centro casi nunca es el de figura. Si nos imaginamos una línea perpendicular al eje mayor que pase por ese centro, el ciclón quedará dividido, como dijimos, en dos partes o hemiciclos: la anterior y la posterior o cola, en las que el carácter del tiempo es completamente distinto.

A lo largo del eje del ciclón, si procedemos del frente al centro, la presión viene descendiendo: desde el centro hacia la periferia posterior sube en una proporción más rápida de lo que antes disminuyera.

El viento en un ciclón circular circula según la ley de Ferrel: en el frente es menos inclinado sobre las isobaras que en la parte posterior donde, por ser mayor la velocidad, llega a ser casi paralelo a las isobaras.

En su frente aparecen los *cirrus* y *cirro-estratus*; sol pálido: halos y coronas. Calor en aumento a menudo sofocante: barómetro en baja. En nuestras perturbaciones, vientos del primer cuadrante (NE, NNE o ENE).

Luego las nubes se condensan: el viento refuerza. Primeras lluvias a menudo con manifestaciones eléctricas. Al acer-

carse el centro, la lluvia toma carácter de aguacero y el viento sopla arrachado. Si nos hallamos en la línea central y pasamos por el centro o muy cerca, al penetrar en la zona central de la tempestad cae el viento, el cielo por breve espacio de tiempo se despeja apareciendo el sol o las estrellas, aunque a menudo el horizonte forma un anillo de nubes pesadas cruzadas por relámpagos.

En la parte posterior, a inmediación del centro, el barómetro inicia la suba, el viento salta bruscamente de dos cuadrantes (para nosotros del 1.° al 3.° cuadrante), reforzando; los *strato - cúmulus* veloces reemplazan las nubes nimbosas, cesa la lluvia. Desde cierta distancia del centro y a medida que éste se aleja, el viento cede poco a poco y el aire se hace más seco, más frío y más puro y vuelve la normalidad y el sereno.

216. — *Principales zonas de formación de los ciclones.* Desde ya no se forman ciclones en la zona Ecuatorial, 10° al norte y 10° al sur. Son regiones preferidas las Antillas, para cuyas perturbaciones fué creado el término *ciclón*, el Mar de la China (tifones) la región Mascareña y Nueva Caledonia.

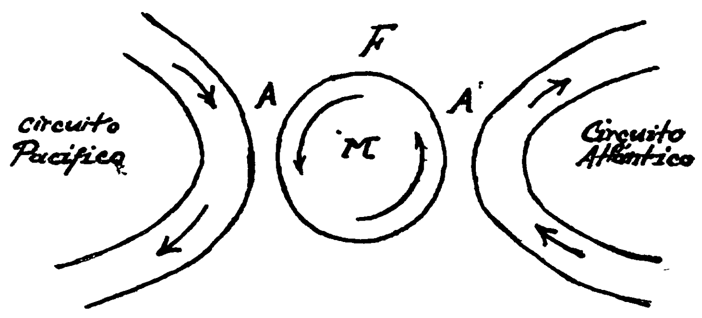
El desplazamiento de estos ciclones se efectúa a lo largo de una trayectoria en el sentido del Ecuador a los Polos, para recorvar como vimos a mayor o menor distancia de su punto de origen.

Origen de los ciclones antillanos. Su formación y mecamismo resultan claras en la hipótesis de Tastes sobre la circulación general de la atmósfera. Las conclusiones podrán fácilmente extenderse a los mismos fenómenos de las otras zonas ya mencionadas.

En ambos lados del continente americano a la altura de las Antillas se aproximan, sin tocarse, los vértices de dos circuitos atmosféricos que las corrientes marinas de uno y otro océano hacen nacer sobre el norte Pacífico y el norte Atlántico. La rama ascendente del circuito Atlántico pasa a poca distancia de la rama descendente del circuito Pacífico.

Un recalentamiento del aire (solsticio de verano) en la región intermediaria (Florida, Texas, Lousiana), bastará

para que las dos ramas sean atraídas y lleguen casi a tocarse. Ahora bien: al imprimir impetuosidades enormes al aire en F, que rota alrededor del centro de perturbación en sentido contrario al de las agujas de un reloj (así lo indican las flechas en la figura) contribuirá no sólo la causa tér-



Origen de los ciclones antillanos en la hipótesis de Tastes

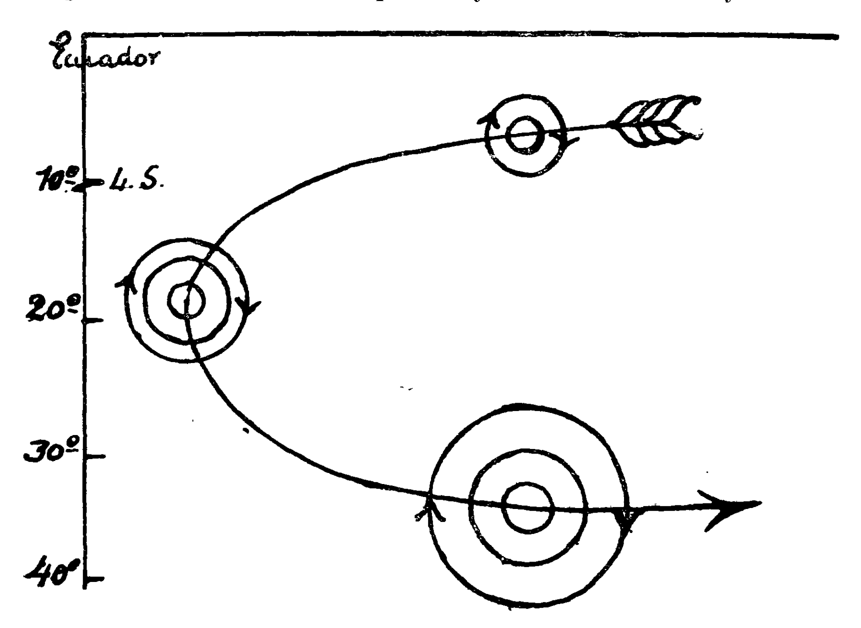
mica, a saber el recalentamiento en F, sino la suma en A y A' de las velocidades de las ramas ascendentes y descendentes, haciendo que el sistema rote como una rueda de engranage. Y como el circuito del Pacífico, que acaba de atravesar largas distancias oceánicas, llega debilitado en su velocidad y el del Atlántico se encuentra al principio de su carrera, este será el que arrastre de las costas de América a las de Europa el ciclón así formado.

217. — *Nuestras perturbaciones ciclónicas.* La Cordillera de los Andes al levantarse como barrera casi infranqueable entre los circuitos Sud - Atlántico y Sud - Pacífico, que sin eso podrían llegar a encontrarse gracias al recalentamiento de las Pampas, impide que el Atlántico Sur tenga ciclones propiamente dichos. Los nuestros son, en su mayoría, perturbaciones ciclónicas que sobre las costas orientales de América (30° 40° Lat. Sur) tienen, según Berget, las siguientes frecuencias:

Enero	3	Julio	14
Febrero	0	Agosto	6
Marzo	1	Setiembre	7
Abril	7	Octubre	4
Mayo	5	Noviembre	4
Junio	12	Diciembre	3

La estación invernal presenta el máximun de frecuencia.

Su origen. Nuestras perturbaciones ciclónicas se originan algunas en las zonas Tropicales y describen una trayecto-

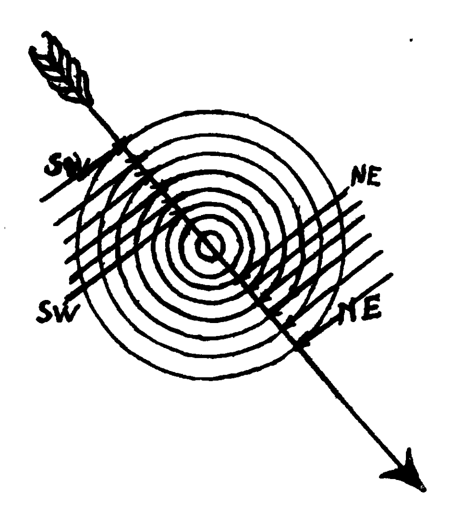


Parábola de nuestras perturbaciones ciclónicas de procedencia tropical

ria parabólica, cuya principal rama se dirige desde el NE hacia el SW primero. Luego, después de la recorva, de NW o WNW hacia el SE o ESE, en cuyo sentido atraviesan nuestro territorio.

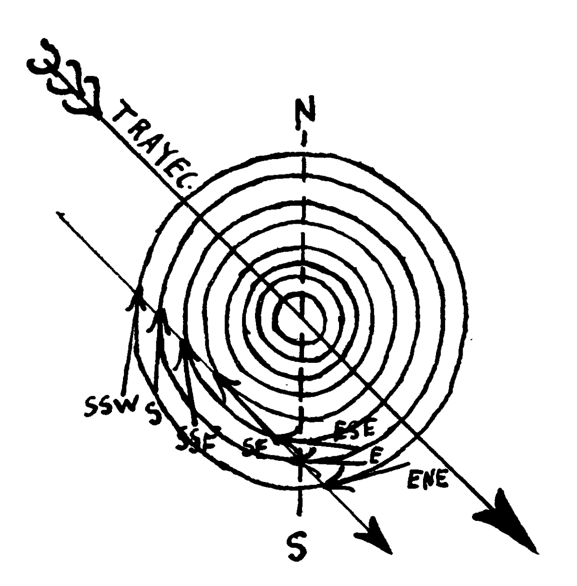
Otras, originadas en latitudes más altas, (regiones patagónicas (pampas) avanzan a veces hasta nosotros y atraviesan la República en una dirección que, en general, poco difiere de la mencionada.

218. — *Rotación del viento en una perturbación ciclónica.* Admitamos que la perturbación atraviese nuestro territorio de NW a SE. Pueden presentarse los tres casos siguientes: *a*) El centro pasa por el observador o muy cerca de él.) El centro pasa por la región norte. *c*) El centro por la región sur. Veamos la sucesión de los vientos en cada caso.



El centro pasa por el observador

El centro pasa por el observador. El primer contacto nos dará vientos del NE. que se afirmarán cada vez más reforzando. Pasado el centro y en momentos que el barómetro

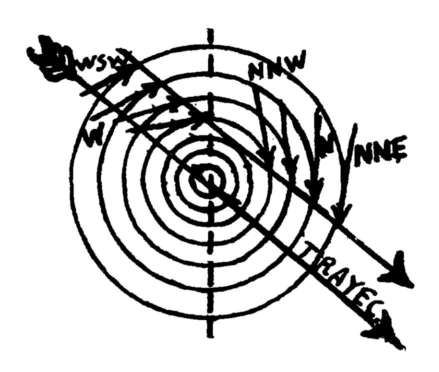


El centro pasa por la región norte del observador.

inicia la suba, el viento salta bruscamente a SW y se sostiene en esa dirección con velocidades crecientes hasta cierto distancia del centro, para luego decaer poco a poco.

El centro pasa por la región norte. El primer contacto será también con el viento del 1.° cuadrante, pero con alguna inclinación al Este (viento ENE). A medida que penetramos por la cuerda en el sistema. el viento *retrocede* (permítasenos la palabra) por grados al E, ESE, SE, etc., para terminar con vientos del tercer cuadrante, algo inclinado al Sur (SSW).

El centro pasa por la región sur. El primer contacto será con vientos del NNE que paulatinamente rolarán al N, NNW etc., para rematar con WSW.



El centro pasa por la región Sur del observador

219. — *Ley de Buys - Ballot.* La observación atenta y continuada de la dirección del viento en una perturbación ciclónica podrá darnos indicaciones valiosas sobre la ubicación del centro de la perturbación (Ley de Buys - Ballot) y de si cruzará por encima del observador el centro, el lado manejable o el lado peligroso.

La ley de Buys - Ballot para fijar la demora del centro está basada sobre el conocimiento del mecanismo ciclónico.

En nuestro hemisferio si *encarando un viento ciclónico, levantamos la mano izquierda llevándola algo hacia atrás,* esa dirección será la de la demora del centro de perturbación.

En muchos casos las nubes cirrosas, en su punto de con-

vergencia aparente, no sólo pueden señalarnos la demora del centro, sino que su persistencia en ese punto del horizonte o su desviación azimutal hacia el norte o hacia el Sur, podrá darnos útiles indicios con respecto a la marcha del centro de perturbación.

220. — *Ley de Dove.* La así llamada tiene un valor muy relativo. En rigor, no se refiere a ningún hecho ageno a las leyes ya mencionadas y cuando afirma que los vientos rotan *regularmente* si pasan del S al SW, WNW, etc, (hacemos el caso del hemisferio Norte): *irregularmente* o retrocediendo cuando siguien la marcha inversa (S, SE, E, etc.), emplea incorrectamente los términos *regular* e *irregular*, pues el sucederse los vientos en uno o en otro sentido, sólo depende del hecho de si el centro de la perturbación se encuentra, por un lugar dado, a la derecha o a la izquierda del observador.

Y como está constatado que las perturbaciones ciclónicas atraviesan, en general, la Europa de W a E, o de NW a SE, siguiendo muy a menudo las mismas trayectorias (hábito de dirección), se da también muy a menudo el caso de que Francia, Italia, Alemania, Grecia, etc., se encuentren a la derecha de la trayectoria (centro al norte), mientras, p. ej., Gröenlandia se halla a la izquierda: y claro está que, por la ley de Ferrel, el viento en la gran mayoría de los casos rotará del S al SW, W, etc., en Francia, Italia, Grecia, etc., y del S al SE, E, etc., en Groenlandia, sin que las dos sucesiones dejen de ser perfectamente *regulares.*

CAPITULO VI

Tipos isobáricos (continuación)

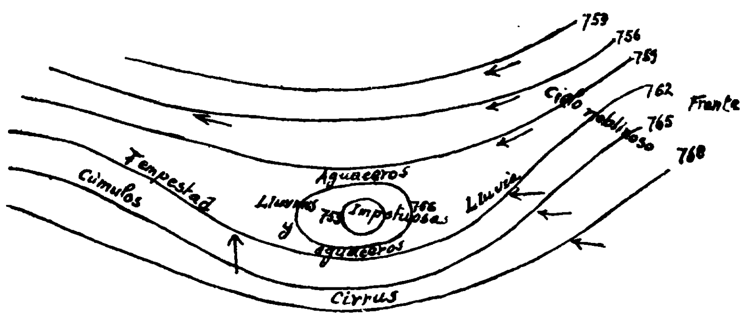
SUMARIO— 221. Perturbaciones satélites o secundarias. — 222. Abolsaduras. Deformaciones en V.— 223. Anti-ciclón. Promontorios y cuñas. Características del tiempo anti-ciclónico.—224. Pendiente.—225. Presión nivelada. — 226. Tormenta.—227. Tormentas de calor.—228. Tormentas ciclónicas.—229. Turbonadas.

221. — *Perturbaciones satélites o secundarias.* Son pequeñas depresiones que se forman y desarrollan con relativa

independencia dentro de la perturbación principal. A veces son deformaciones parciales de ésta, otras son verdaderas perturbaciones de origen independiente.

Suelen tener poca extensión en ancho y en alto, al punto que en ciertos casos las nubes superiores circulan por encima de ellas como si sólo existiera la perturbación principal. A menudo vienen acompañadas de vientos fuertes y violentos aguaceros, aunque de corta duración.

Se originan ordinariamente entre isobaras exteriores de la depresión principal, pero, según Hoffmeyer, pueden también formarse en cualquier parte del sistema. Rotan y se



Perturbación satélite

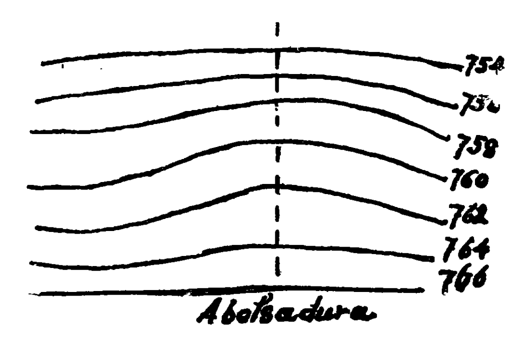
trasladan en igual sentido que él. Raras veces circulan alrededor del centro principal, como podría hacerlo suponer su nombre de satélites: más bien se mueven paralelamente al primero.

Dada la mayor velocidad de traslación que en algunos casos llegan a adquirir, pueden dar lugar a tempestades cortas pero violentísimas cuando se originan en el hemiciclo peligroso y en esa zona donde se suman las velocidades de traslación y rotación del grande y del pequeño sistema.

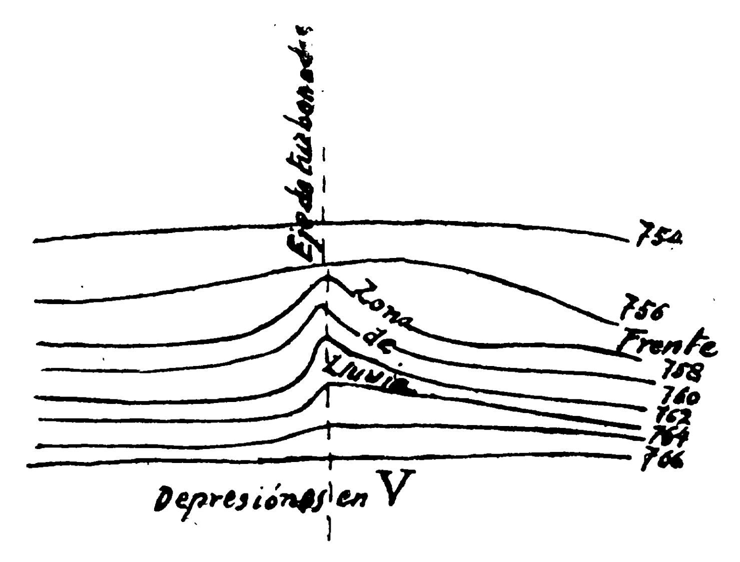
Los fenómenos del tiempo en un *satélite* se suceden desde el frente a la cola, en esta forma. Velo neblinoso, que provoca halos. Sigue un anillo de *cirro - stratus*, otro nimboso con abundantes lluvias, reinando fuertes vientos a lo largo del *asa* de la perturbación. Calma en el centro y frecuentes aguaceros en su proximidad. En la parte posterior del *asa* vien-

tos impetuosos, aunque de corta duración: luego el régimen general del sistema mayor.

222. — *Las abolsaduras* y las *depresiones en V* (o de Aber-



cromby) son deformaciones de las isobaras de un sistema ciclónico preexistente: en forma de bolsa en las primeras, como lo indica su nombre; en las segundas las deformaciones toman el aspecto de una V mayúscula dirigida hacia el cen-



tro de la depresión. En ambos casos las isobaras deformadas entran una en otra. Ambas modalidades son frecuentes en nuestras perturbaciones.

Las deformaciones en V son especialmente favorables para la formación de turbonadas o ventiscas (*grain* en francés, *gruppo* en italiano, *squall* en inglés) y se caracterizan por una repentina agitación del aire en la que el viento cambia improvisadamente de dirección a la vez que se produce un notable descenso de temperatura (muchos de nuestros *saltos bruscos* tienen ese origen) y súbita y copiosa lluvia, a veces granizo.

La turbonada es casi siempre de corta duración. La línea de la turbonada, que es muy alargada pero estrecha, se mueve con gran rapidez: se han observado casos hasta de 90 k|h. Helmholtz las compara a verdaderas olas atmosféricas.

En la registración barométrica el paso de una turbonada está representado por un pequeño gancho que altera momentáneamente la marcha en descenso de la perturbación general.

223. — *Anticiclón.* A más de las causas térmicas ya mencionadas otras entran en juego en la formación de los anticiclones, que deben considerarse también como perturbaciones isobáricas dentro de la circulación general atmosférica. Actúan como tales:

1.° La circulación general atmosférica que tiende a formar un anillo de alta presión entre los 30° y 35° latitud sobre los dos océanos, el Atlántico y el Pacífico, y que son los grandes factores del tiempo en los continentes inmediatos (véase: Centros de acción: parags. 197).

2.° El flujo de dos corrientes contiguas contrarias que en la zona de contacto forman una faja de alta presión.

3.° Obstáculos en la marcha de una corriente (una cordillera por ejemplo) que al oponérsele provoca una elevación de presión.

4.° El flujo de aire que emergiendo en las altas regiones de dos o más ciclones coexistentes en proximidad, va a ocupar el espacio intermedio, provocando allí una alta presión.

Pertenecen al orden de los anticiclones los *promontorios* y las *cuñas*. Los promontorios pueden definirse como una expansión alargada de un área anticiclónica. En el caso especial de que el promontorio se forme por el contacto de dos ciclones, toma el nombre de *cuña* de Abercromby. Así los

promontorios como las cuñas son fajas o bandas de alta presión que resultan para los anticiclones lo que para los ciclones las abolsaduras y las depresiones en V.

Cuando los promontorios se forman favorecidos por un enfriamiento prolongado del suelo en una región vecina, hacia la cual se abren, sus caracteres vienen a ser, con escasas diferencia, los de un anticiclón.

Cuando los provoca una cordillera, suelen ser acompañados de lluvias por la precipitación de una parte del vapor contenido en la masa de aire obstaculizada, que tiende a ascender por los flancos de la montaña.

Las *cuñas* participan, según los lados, de las características de los bordes de los ciclones que las forman: fría y seca (parte posterior del ciclón), cálida, nublada a veces, a veces lluviosa (parte delantera).

Características del tiempo anticiclónico. — Las características del tiempo en estos sistemas no son tan bien definidas como en los ciclónicos. El descenso del aire superior sobre el área enfriada provoca una disminución de humedad (luego tiempo seco); la poca intensidad de las corrientes convectivas no favorece la formación de nubes (luego, cielos serenos). La pobreza higrométrica del aire y la serenidad dan como resultado gran diferencia de temperatura entre sol y sombra. Se producen nieblas. El espaciamiento de las isobaras favorece el régimen de calmas o de vientos débiles.

224. — *Pendiente.* Es una forma isobárica que muy a menudo se observa en nuestras regiones. Las isobaras se presentan casi rectilíneas o irregularmente alargadas. Son muy inestables y, consiguientemente, de tiempo muy variable y difícil de prever. Pero favorecen la formación de ciclones bien definidos.

225. — *Presión nivelada.* Se llama así un área de notable extensión, dentro de la cual la presión, sin ser absolutamente igual, (cosa casi imposible de suceder, como lo es una calma absoluta) ofrece diferencias muy pequeñas no traducibles en isobaras distintas. Las grandes llanuras, sobre todo en el verano, favorecen esta condición. A la presión nivelada corresponden grandes calmas en el sentido horizontal y vertical,

circunstancia que fácilmente da lugar a que las capas se sobrepongan fuera del orden de su densidad en equilibrio inestable por el recalentamiento de las capas inferiores, hasta que al buscar, en un momento dado, la natural ubicación que les coresponde por su densidad, se produce la inversión más o menos brusca entre las capas inferiores menos densas y las superiores más frías y más pesadas con efectos dinámicos a veces notables. La presión nivelada, favorece la formación de trombas, temporales, etc.

226. — *Tormentas.* (Orage, temporale). Bajo el nombre de tormentas se conocen ciertas perturbaciones rápidas, aparatosas, de corto diámetro, acompañadas casi siempre de manifestaciones eléctricas, a veces de granizo que no responden a un determinado tipo isobárico, sino que se caracterizan por especiales circunstancias. Las manifestaciones eléctricas deben considerarse más bien como efectos de especiales condiciones térmicas e higrométricas del aire, que causas de las mismas, fallando por tanto las definiciones que las toman como elemento fundamental.

Tipos isobáricos opuestos pueden engendrarlas. Sus verdaderas características son: Vientos súbitamente variables de dirección: aguaceros repentinos, breves, intensos, iniciados bruscamente y bruscamente terminados (*squassi di pioggia* que llaman los italianos); con frecuencia granizo, predominio de nubes *cúmulo - nimbus* y una especial variación barométrica.

Las tormentas se dividen en *tormentas de depresión* o ciclónicas y *tormentas de calor.*

227. — *Tormenta de calor.* Son las más frecuentes, sobre todo en la estación calurosa y en las horas posmeridianas. Se anuncian con temperaturas altas, bochornosas (las paredes al norte *sudan*) que un régimen de presión nivelada o de escasa fluctuación barométrica, al favorecer las calmas, hace todavía más molestas. Se experimenta una sensación de desasociego, más acentuada en las personas nerviosas y que quizá debe atribuirse a un elevado potencial eléctrico. El aire, cargado de humedad y caliente, al elevarse a las capas superiores, puede provocar condensaciones aparatosas de nubes. Y la

relativa tranquilidad de la atmósfera permitiendo la caída al suelo de impurezas flotantes sin que se produzca la elevación de nuevas, contribuye a conservar el vapor en estado de sobresaturación. Este recién vendría a condensarse bruscamente sobre los yones negativos al dilatarse el aire por lo menos a 0.25 de su volumen primitivo y cuando la masa de vapor fuese cuádruple de la correspondiente a saturación (Bezold). Lo cual explicaría las nubes densísimas de las tormentas de calor, sus precipitaciones intensas y bruscas y la formación del granizo.

228. — *Tormentas ciclónicas.* En las tormentas ciclónicas, es decir, en las formadas dentro del régimen de una depresión isobárica, las señales precursoras indicadas para las tormentas de calor pueden faltar o ser apenas sensibles. El movimiento del aire, favoreciendo el transporte de impurezas y la suspensión de las ya existentes en el seno de la atmósfera, dificultaría o impediría la sobresaturación y los fenómenos inherentes a la misma que detallamos en las tormentas de calor.

Estas tormentas se vinculan especialmente a las turbonadas y abolsaduras. Su propagación es muy rápida y sobre mayores extensiones que las tormentas de calor. Guardan menos relación que aquellas con la marcha diurna de la temperatura.

229. — *Turbonadas o ventiscas.* Tienen, sin duda, una gran analogía con las tormentas y muchas veces sería difícil deslindar fenómenos. Baldit sostiene que la observación de las turbonadas puede moldearse sobre la observación de las tormentas.

Sin embargo siendo la especial característica de las turbonadas su gran velocidad de traslación, por ella será posible reconocerlas y tomar las medidas del caso para prever su llegada y precavernos, en lo posible, de sus consecuencias.

CAPITULO VII

La previsión del tiempo

SUMARIO — 230. ¿Qué es el tiempo?. — 231. Organización de los servicios del tiempo. Las cartas sinópticas. Casos parecidos. Porcentaje de previsiones realizadas.

230. — *El tiempo,* es decir el estado de la atmósfera en un momento dado, cambia rápidamente y no a capricho, sino obedeciendo a leyes que poco a poco se van descubriendo en en el complejo mecanismo de la alta y baja atmósfera y cuyo conocimiento permite encarar el difícil problema de la previsión con esperanzas cada día mayores de éxito.

Conocer por observaciones precisas, simultáneas y comparables entre sí el valor y condiciones de los distintos factores meteorológicos en una vasta área; definir sus modalidades, intensidad, movimientos y tendencias para luego, sobre lo conocido, fundar las probabilidades de lo que va a suceder en un corto plazo (generalmente de 24, 36 o 48 horas), tal es el objeto que se proponen por ahora la mayor parte de los *Servicios del Tiempo* mediante las cartas isobáricas.

231. — *Cómo está organizado un servicio del Tiempo.* He aquí, en líneas generales, su organización. Todos los días a una hora dada, numerosas estaciones lo más homogéneamente distribuídas sobre la vasta área que no respeta límites políticos, reconcentran por teléfono en la Oficina Central las observaciones practicadas en un mismo momento físico (presión, temperatura, humedad, viento, nubes, lluvias etc.) que se traducen gráficamente sobre mapas de la región después de las reducciones e interpolaciones de orden (cartas sinópticas).

Las cartas sinópticas contienen:

A) Las líneas *isotermas* o sea la distribución de la temperatura reducida al nivel del mar (en general de 5.° en 5.°).

B) Las líneas *isobáricas,* o sea la distribución de la presión barométrica al nivel del mar y a latitud normal, que permi-

ALGUNOS SIGNOS E INDICACIONES METEOROLÓGICAS ADOPTADAS POR LOS CONGRESOS INTERNACIONALES.

ISOBARA — Linea que une puntos de igual presión barométrica a 0° C., al nivel del mar y a la gravedad normal.

ISOTERMA — Id. id. de igual temperatura, reducida al nivel del mar.

ISONEFAS — Id. id. de igual nebulosidad estimada en décimos de cielo cub^to

ISOBRONTAS — Id. id. donde se oyó el primer trueno en el mismo instante

VIENTO — Se suele expresar su dirección y fuerza en una de las formas siguientes:

Un círculo atravesado por una flecha. El viento lleva la flecha. En el círculo se expresa la fuerza en valores de una escala dada.

La dirección se representa por una línea que termina en un círculo. La línea se dirige hacia el punto del horizonte de donde sopla el viento. Cierto número de pínulas agregadas a la flecha de acuerdo con una escala, expresan la fuerza.

● LLUVIA

GARUAS

▲ GRANIZO — Eje mayor superior a mm. 25.

△ GRANIZO — Eje mayor inferior a 25 mm.

ROCIO

ESCARCHA

≡ CERRAZON

RELÁMP. Y TRUENOS

RELÁMPAGOS

T TRUENOS

✱ NIEVE

○ Cielo sereno

◐ " semi-nublado

● " cubierto

OBSERVACION — El grado de intensidad de ciertos fenómenos se expresa con los exponentes 0, 1, 2.

ten, por una simple inspección de la carta, ubicar los centros de alta y baja presión y apreciar la intensidad de los gradientes. Suelen distribuirse de 5 en 5 m|m.; en casos especiales, de 1 en 1 m|m.

C) *Las líneas de igual variación barométrica,* que unen los puntos donde la presión ha variado en el mismo sentido y en la misma cantidad durante las últimas 24 horas.

D) *La dirección del viento,* un pequeño círculo con un breve trazo rectilíneo en la dirección del viento que se supone soplar hacia el círculo, y la *velocidad del viento* por medio de *barbas* agregadas al trazo (0 a 7).

E) *La lluvia* y su intensidad.

En general se definen con claridad sobre estas cartas las modalidades de las perturbaciones, su procedencia y rumbo, sus cambios de intensidad y dirección, etc.

En posesión del gradiente, que fijan las isobaras; de la velocidad de rotación y traslación del sistema, de la distribución de los distintos meteoros dentro del área perturbada; con el conocimiento de las características fundamentales de las formas isobáricas, al que debe agregarse la experiencia (algo empírica) adquirida por la observación de *casos parecidos* (aunque la igualdad absoluta nunca se produzca) la Oficina Central encara la previsión para el mañana y para toda la región abarcada por el Servicio en sus líneas generales, dejando que las Oficinas de zona introduzcan las modificaciones sugeridas por las condiciones locales y la práctica. Por lo que concierne a la previsión local del tiempo (dice S. Mascart en un reciente trabajo) *"nunca insistiremos bastante sobre los servicios notables que le aporta la Climatología y el estudio sistemático de una región: esa labor larga y paciente, cuya importancia desconocen muchos neo-meteorologistas.* A pesar de haber sido Francia (1) la cuna de estos servicios, en la actualidad el modelo del género es, sin duda, el

(1) El terrible ciclón del 14 de Noviembre de 1854, después de haber empleado dos días y medio para atravesar diagonalmente la Europa desde el litoral NW del Atlántico al mar de Azov, sorprendió al ejército anglo-francés, lo azotó cruelmente y hundió con su tripulación dos buques franceses y el transporte inglés «Henry IV». A raíz de esta catástrofe (a principios de 1855) Leverrier solicitó y obtuvo el concurso oficial de los Estados Europeos para fundar el primer Servicio de Previsión con sede en París.

Weater Bureau de los E. U. de N. A., sostenido por un presupuesto digno de una nación tan prácticamente progresista. En ocasiones el W. B. llegó a un porcentaje de 92 o|o de previsiones realizadas. Para no citar más que dos casos de sus felices resultados, basta recordar que en 1914 un solo aviso del W. B. salvó cosechas por el valor de dos millones y medio de dólares: que en 1910 todas sus previsiones de heladas hechas con 36 horas de anticipación, permitieron las defensas de frutales por valor de muchas decenas de millones.

CAPTULO VIII

La previsión del tiempo por el método Guilbert

SUMARIO - 232. El método Guilbert. Las tres reglas fundamentales.—233. Comentarios a las mismas

232.—*El método Guilbert.* Gabriel Guilbert, eximio meteorologista francés, impresionado por el alto porcentaje de pronósticos no realizados del Servicio Meteorológico, se valió de su larga experiencia de observador y un estudio sin preconceptos de las cartas del tiempo, para proponer modificaciones a los métodos oficiales de previsión, introduciendo en ellos el principio de los vientos normales y anormales. Incorporado durante la gran guerra al Servicio Meteorológico del Ejército, consiguió que el porcentaje de previsiones exactas se elevara del 78 % a 90.

No estamos en condiciones de asegurar con pleno conocimiento de causa si se trata más bien de una modalidad de las perturbaciones europeas vinculada a consideraciones físicas y orográficas, o, como es más probable, de una ley general inherente a la índole misma de las perturbaciones isobáricas. Es lo que determinará un más largo y detallado estudio. Limitémonos por el momento a resumir lo más claramente posible las bases del método. Sus reglas fundamentales pueden reducirse a tres:

1. — *Toda depresión que provoque vientos superiores a la normal, se llena más o menos rápidamente.* Por el contra-

rio: *Toda depresión que dé origen a vientos anormales por defecto, se vacía y se convierte rápidamente en una verdadera tempestad.*

II. — *Toda depresión que rodean vientos desigualmente anormales, marcha hacia la región de menor resistencia.*

III. — *La suba de la presión se verifica en dirección normal al viento, proporcionalmente demasiado fuerte. El viento anormal por exceso hace subir la presión sobre su izquierda en el H. N., sobre su derecha en el H. S.*

233. — *Comentario a la regla primera.* De las tres reglas, la primera es la que suscitó menor resistencia entre los meteorologistas y es también la de más fácil comprensión. En efecto se concibe sin esfuerzo que una depresión, rodeada por vientos convergentes más fuertes de lo que comporten sus gradientes, provoque un rápido transporte de aire hacia el centro, elevando así su presión o llenándolo, lo que sucederá tanto más pronto, cuanto mayor sea el exceso.

Seguramente este hecho deberá traducirse también en un aumento anormal de las corrientes ascendentes.

Comentario a la segunda regla. En general los vientos ciclónicos que, como sabemos, rotan alrededor del centro en el sentido de las agujas de un reloj en nuestro hemisferio, pueden ser inclinados sobre el gradiente *hacia el interior* (convergentes) *o hacia fuera* (divergentes). En nuestro H. los primeros (convergentes) tienden a inclinar las masas de aire hacia la derecha; los segundos (divergentes) hacia la izquierda. O en otros términos: los primeros acercan, los segundos alejan del centro las masas de aire. La región de menor resistencia será, pués:

a) Aquella donde los vientos convergentes soplan con menor fuerza de lo que haría suponer el gradiente, porque al aportar menos masas de aire, ofrecen menor resistencia a la marcha de la depresión.

b) Con más razón donde los vientos sean nulos o muy débiles.

c) Con mucha más razón todavía donde los vientos del sistema son débiles negativos o sea divergentes, que abren algo así como un paso libre a la depresión. Es el caso, repro-

duciendo un simil traído por Berget, si mal no recordamos, de una fiera dentro de una empalizada, que después de tantearla en todos sus puntos, conseguirá abrirse camino a la fuga allá donde la empalizada sea menos resistente o por cualquier circunstancia, en mal estado o caída.

Comentario a la regla tercera. Esta regla es considerada como la más genial e importante. Mientras los métodos ordinarios se limitan a señalar para el mañana el rumbo probable de la perturbación, sin indicar si la agitación que origina aumentará o menguará, el de Guilbert no sólo permite la previsión del camino de la depresión, sino sus modificaciones desde el punto de vista de la presión, que es la llave maestra de las convulsiones atmosféricas.

Guilbert expone ampliamente su método en la obra "Nouvelle Méthode de previsión du Temps".

CAPITULO IX

La previsión del tiempo en una Estación aislada. — Normas locales

SUMARIO — 234. Bases en que se funda. Observaciones y experiencia local. — 235. Pronósticos deducidos de la temperatura. Máximos críticos. — 236. Pronósticos deducidos de la observación de las nubes. — 237. Idem del viento. — 238. Idem del barómetro. Sobre el valor de las indicaciones barométricas.— 239. Criterios locales para juzgar las bajas barométricas —240 La fluctuación barométrica diurna y la previsión del tiempo.

234. — *La previsión en una Estación Aislada.* — La previsión del tiempo con procedimientos análogos a los reseñados está a cargo, en nuestro país, del Observatorio Meteorológico Nacional. Dispone para el caso de cierto número de estaciones ubicadas en varios puntos de la República, cuyos datos se complementan por intercambios con países limítrofes. La carta del tiempo es exhibida en parajes públicos y el boletín se comunica a la prensa local.

Pero, aún descartando el tiempo necesario para la recepción de todos los telegramas y el exigido por la reducción y estudio de los datos, la redacción y preparación del Boletín

y de la Carta, fácil es comprender que, dadas las condiciones de nuestros servicios de ferro - carril y correos y aún teniendo en cuenta las facilidades ofrecidas para la difusión del pronóstico por la telegrafía y la telefonía S. H., que no pueden llegar en tiempo útil a la gran mayoría de las personas habitualmente o en casos especiales, apartadas de la capital.

Para tales circunstancias creemos útil indicar ciertas normas sugeridas por la experiencia propia y agena, la compulsación de largas series de observaciones locales y, sobre todo, teniendo en cuenta el principio fundado en la práctica de que: *a menudo iguales o parecidas condiciones atmosféricas en un lugar. traen iguales o parecidos cambios de tiempo.*

Sé muy bien que no es éste un procedimiento rigurosamente científico; pero no se me negará que tampoco pueda llamarse en absoluto empírico, desde el momento que *la naturaleza en todos sus fenómenos tiene hábitos y límites pocas veces rebazados.*

Importa decir que la utilización de la mayor parte de nuestras indicaciones supone a los interesados en posesión de un pequeño plantel de aparatos meteorológicos, por lo menos de termógrafo, barógrafo y veleta.

235. — *Pronósticos deducidos de la temperatura. Máximos críticos.* Una de las características más generales de los centros de perturbaciones ciclónicas es el aumento insólito de la temperatura. Un cotejo de largas observaciones locales (Villa Colón, Prado) hecho por el autor, demuestra que es de esperarse una perturbación atmosférica dentro de plazo breve (12 a 36 horas), toda vez que la máxima al abrigo excede de ciertos límites, llamados por el autor de estos apuntes *Máximos críticos,* y que son:

Para el Verano	35° C.
» » Otoño.	31°
» » Invierno	22°
» la Primavera	26°

Con mayor motivo si se produce la insistencia de los mismos durante dos o más días, pues la intensidad y duración

de la perturbación se correlacionan en general con el exceso de la temperatura y su persistencia.

Ilustramos lo dicho con algunos ejemplos correspondientes a los meses extremos (Enero, Julio, Agosto) del primero y último año del quinquenio 1911 - 15 (Boletín del Observatorio del Prado, por L. Morandi).

FECHAS	Máxima termóm. (sombra)	Máxima velocidad del viento en k/h	Lluvia en m m	Anotaciones
Enero 1911				
Día 9 . .	31°.0 C	NNW. 25	—	—
» 10 . .	37°.6	NW. 28	—	—
» 11 . .	33°.1	ESE. 40	2.8	Manf. eléc. lluvia, viento ff.
» 12 . .	23°.2	ESE. 36	6.6	Lluvia.
Julio 1911				
Día 28 . .	22°.1	WNW. 30	—	—
» 29 . .	20°.6	WNW. 32	1.0	Manf. eléc. lluvia escasa.
» 30 . .	13°.2	ENE. 76	54.6	Manf. eléc. gr. lluvia, viento ff.
» 31 . .	11°.5	ESE. 65	58.3	Manf. eléc. gr. lluvia, viento ff.
Enero 1915				
Día 19 . .	35°.5	NNE. 19	—	—
» 20 . .	29°.8	ESE. 24	—	Manf. eléctricas.
» 21 . .	36°.1	E. 25	5.0	Manif. eléctricas, lluvia.
» 22 . .	31°.9	W. 20	1.4	Manif. eléctricas, garúas.
» 23 . .	26°.3	W. 30	22.6	Aguaceros.
Agosto 1915				
Día 6 . .	24°.7	N. 26	Inmed.	De tarde manf. eléctricas.
» 7 . .	24°.5	NNW. 28	1.3	Manif. eléctricas, poca lluvia.
« 8 . .	13°.1	SE. 31	5.0	Manf. eléctricos, lluvia.
» 9 . .	11°.2	SSW. 25	—	Seco y fresco.
Agosto 1915				
Día 28 . .	26°.1	N. 45	2.8	De noche manf. eléctricas.
» 29 . .	18°.1	SSW. 32	24.4	Manf. eléctricas, lluvia.
» 30 .	13°.4	SE. 7	—	—
» 31 . .	16°.1	SW. 10	—	Helada.

236. — *Pronósticos deducidos de las nubes.* — El primer

anuncio del avance de un centro ciclónico nos lo darán, en la mayoría de los casos, las nubes cirrosas, que procediendo casi radialmente del centro lejano de depresión y siendo su velocidad (según Guilbert), proporcional a la importancia inicial de la depresión, nos señalarán su demora y nos darán una idea de su intensidad. Su observación, repetida a intervalos no muy separados entre sí, nos indicará, con la permanencia de su azimut o por su desviación a la derecha o a la izquierda, la futura posición del centro con respecto al observador.

b) Si los cirrus llegan rápidamente con cielo sereno, y el viento, después de haber sido calmoso al suelo, reforzando alcanza a tener una dirección que haga con ellos un ángulo de $\pm$ 90°, contados en sentido contrario al de las agujas de un reloj (nos referimos a nuestro hemisferio), una baja es de temerse.

Ejemplo: Observación del Prado: Abril 1911.

Día 22 — Día sereno. — Día 23 primeras nubes cirrosas del WSW, mientras reinan abajo vientos del WNW al NW moderados. El barómetro precipita en descenso agitado. A las 7 h. del 23 estaba en mm. 759.5; a las 7 h. del 24 en 752.0. Día 24 — En la noche del 23 al 24 tormenta eléctrica, grandes aguaceros (mm. 101).

c) Si después de un mínimum o durante la suba del barómetro aparecen *cirrus, debe* esperarse una nueva depresión. Sea esta importante o débil, siempre debe temerse mal tiempo.

d) Si a los *cirrus* rápidos siguen los *cirrus - stratus* (velo) y luego los *cirro - cúmulus* (cielo empedrado), es muy probable la llegada de mal tiempo continuado.

e) La llegada de *cirrus* muy lentos formando a veces un velo ligero, por buen tiempo que puede ofrecer brumas y rocíos, indicaría persistencia del buen tiempo.

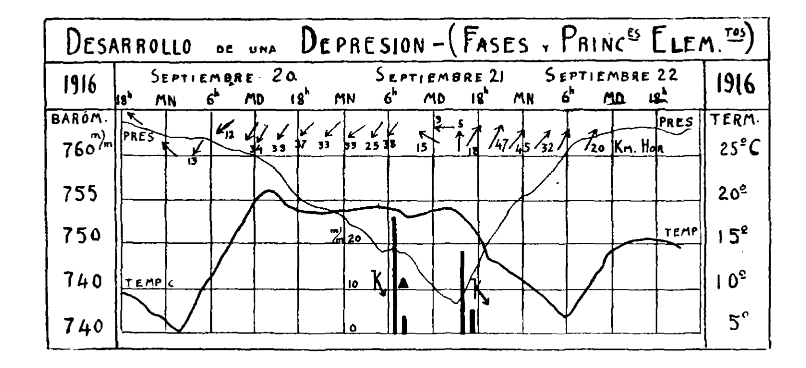
f) Los *cúmulus* que se forman de mañana en el horizonte y que se desvanecen de tarde, son nubes de buen tiempo.

g) Los *nimbus, cúmulo - nimbus* y sus variedades no anuncian mal tiempo: lo acompañan.

237. — *Pronósticos deducidos del viento.* Recordemos lo dicho en otra parte de estos apuntes. Al penetrar en un sis-

tema ciclónico, fácilmente reconocible por las nubes, la elevación de la temperatura, la iniciación del descenso barométrico, etc., el viento nos señalará la demora del vórtice aplicando la Ley de Buys - Ballot.

Admitiendo como dirección originaria un viento del primer cuadrante con el cual se inician la casi totalidad de nues-



tras perturbaciones isobáricas, su insistencia en la misma dirección, con aumento de velocidad, o su inclinación paulatina en el sentido del N, N W, etc., o del E, S E, etc., nos indicará además si el centro pasará sobre nosotros, a nuestra derecha o a nuestra izquierda y, por tanto, si nos envolverá el hemiciclo manejable o el peligroso (V. parag. 218 y sig.).

238. — *Pronósticos deducidos del barómetro.* Son, fuera de duda, los más útiles, sobre todo si se acompañan con la observación de las nubes. Desde la época de Pascal y casi a raíz del descubrimiento del barómetro por Torricelli, ya se reconoció la vinculación estrecha que existe entre la altura del Barómetro y las variaciones del tiempo.

En esa relación se basan las indicaciones que desde antigua fecha acompañan muchas veces los barómetros de salón.

El valor de tales indicaciones por relativo que sea, es muy importante admitiendo naturalmente que el observador sepa descontar la diferencia altimétrica, conozca las características del Barómetro en las zonas de observación y las referencias se hayan hecho teniendo en cuenta la práctica local, co-

sa que en la gran mayoría de los casos está muy lejos de suceder.

Así p. ej. en nuestro clima (barómetro al nivel del mar) y amoldando a las clasificaciones en uso en los aneroides los resultados de nuestra observación, podemos formar el siguiente cuadro que los reemplace con más lógica:

En la estación calurosa		En la estación fría
Muy seco	mm. 775	mm. 780
Bueno fijo	» 768	» 772
Bueno	» 762	» 766
Variable	» 756	» 760
Lluvia o viento	» 750	» 755
Gran lluvia o tempestad	» 745	» 748
Tempestad violenta	» 742	» 745

Dejando a un lado estas indicaciones, que damos casi a título de curiosidad y que a menudo y por distintos conceptos pueden llevar a error, el interesado preferirá vigilar atentamente la marcha del barógrafo, procurando distinguir en ella:

a) El sentido de su variación (suba o baja).

b) La intensidad de la misma.

c) Las distintas modalidades de la marcha (tranquila, agitada, descenso lento, precipitado, alternado, etc.).

d) Las alteraciones que pueda sufrir la fluctuación diurna.

Pronósticos deducidos del sentido de la variación barométrica y de la intensidad de la misma. — Barómetro en baja lenta pero continuada que se inicia con buen tiempo indica que el centro de la perturbación está lejos y que, por tanto, es probable la continuación del buen tiempo pudiendo éste sostenerse varios días.

El repunte observado con más o menos clara evidencia cuando el barómetro se encuentra muy bajo (las normales y los extremos propios de cada estación serán de gran valimiento para formar juicio) y que es debido a la caída del aire ascendente primero desde el centro y defluente luego, revela la proximidad del centro de perturbación. La defluen-

cia superior a su vez, es tanto más acentuada cuanto más poderosa la masa central de aire ascendente, que a su vez guarda relación con la energía del llamado al centro de depresión.

b) Una baja considerable y rápida anuncia la llegada igualmente rápida de una depresión. Un centro que avanza con rapidez es una depresión que se vacía y que, luego, deja prever uno o varios días de mal tiempo.

c) Una baja lenta y débil sin afectar casi o muy poco la fluctuación diurna, indica continuación de buen tiempo. Probablemente un centro que pasa lejos y cuya sección periférica nos roza.

d) Una suba no rápida pero continuada, representa la penetración en un régimen anti - ciclónico, que en nuestro clima casi siempre corresponde a buen tiempo y temperaturas bajas. En Invierno y Primavera puede representar heladas.

e) Una suba rápida después de una baja bien definida, sobre todo cuando la suba se detiene con barómetro todavía bajo, casi siempre indica el aproximarse de una nueva depresión y, por lo tanto, la continuación o reanudación del mal tiempo después de un breve intervalo del bueno.

f) Una baja rápida e intensa pero que de repente se detiene y forma gancho (horas) indica la presencia de una tormenta si estamos en la estación calurosa, de una turbonada si la temperatura es normal.

g) Un principio de suba brusca con barómetro muy bajo. tiempo que rápidamente se serena y viento que se encalma, hacen presumir que estamos cerca del ojo de la tempestad y que es inmediata una fuerte agitación atmosférica a raíz de un salto brusco en la dirección del viento (p. ej. de N E a SW, caso frecuente.

239. — *Criterios deducidos de observaciones locales para juzgar la intensidad de las bajas.* En los párrafos anteriores se habla a menudo de esta modalidad de la presión que puede, hasta cierto punto, reemplazar el conocimiento del gradiente. Para dar un significado a los términos *lento* y *rápido* — calificación que nunca podrá ser absoluta — fundamos sobre cuarenta años de observaciones locales (V. Colón, Prado) los siguientes criterios:

En nuestro clima (y podemos referirnos a toda la República) donde la presión tiene más prácticamente como límites absolutos mm. 780 y mm. 740, puede considerarse:

Baja muy lenta .	la de mm.	0.5			por	dia
» lenta . . .	» » »	1	a	1 8	»	»
» moderada .	» » »	1 5	»	2.2	»	»
» sensible . .	» » »	2.5	»	4	»	»
» rápida. . .	» » »	4.5	»	7	»	»
» muy rápida .	» » »	7 5	»	12	»	»
» violenta . .	» » »	12	o	más	»	»

Modalidades de la marcha. En suba o en baja el Barómetro puede trazar una línea regularmente continuada, agitada, cortada por pequeños dientes, ondulada (ondas pequeñas y grandes). La agitación del barómetro es característica de las tempestades y huracanes en los que el viento sopla arrachado. Las irregularidades de mayor amplitud (narices, ganchos, pozos, etc.) se correlacionan ordinariamente con depresiones secundarias, satélites, turbonadas, tormentas.

240. — *Fluctuación diurna del Barómetro.* Las modificaciones que sufre este fenómeno, del que nos ocupamos en otra parte de los apuntes, es muy de tener en cuenta para los fines de la previsión, por lo menos en nuestro clima, según lo enseña la práctica de años.

La fluctuación diurna es algo así como el pulso de la atmósfera. Cuando queremos darnos cuenta de si nuestro organismo funciona normalmente o si, por el contrario, la salud empieza a alterarse, se nos toma la temperatura y el pulso.

El número, frecuencia y modalidad de las pulsaciones nos dirán si la circulación de la sangre, que lleva la vida a todo el organismo, se produce con regularidad, o si algo insólito se inicia en él afectándolo y amenazándolo. Ninguna perturbación atmosférica de cierta importancia se produce, sin que la fluctuación diurna se altere poco o mucho.

Cuando la fluctuación es completamente normal, dando con claridad sus máximos y sus mínimos en los límites de la excursión que le asignan nuestras observaciones (véase parágr. 194) se tienen grandes probabilidades, estaría por decir,

la seguridad de continuación del buen tiempo, (siempre, bien entendido, que se trate de previsión a breve plazo).

Su alteración, que puede llegar desde una mayor o menor exageración del mínimo y la reducción del máximo, hasta su total desaparición en la curva (casos muy contados), indica el aproximarse de un centro de baja presión y parece relacionarse estrechamente con la rapidez de su avance y su intensidad.

Las normas que preceden, en detalle y, con más razón, en conjunto, sobre todo cuando se apliquen con la base de cierta experiencia local, permitirán alcanzar un notable porcentaje de pronósticos acertados en las circunstancias a que se refiere este capítulo y mientras no se pretenda llevar la previsión más allá de uno o dos días.

CAPITULO X

Los períodos en Meteorología

SUMARIO—241. Criterios.—242. Período de las manchas solares. Resultados de Nordmann y del autor en la correlación de la actividad solar con la temperatura y la lluvia. Dicha correlación ¿se extiende a todos los fenómenos atmosféricos?—243. Ley de Brükner.—244. Método de Douglas.—245. Resúmèn.

241. — *Criterios.* En la primera parte de los "Apuntes" primitivos dedicamos algunas páginas a *"Los períodos en Meteorología"*, tema que se vincula estrechamente a la previsión del tiempo a largos plazos. Es este el momento de decir algo al respecto.

El criterio que debe adoptarse para juzgar de la veracidad del presunto período es el siguiente, debido a Faye:

"Si dos series de fenómenos, por desemejantes que parezcan a primera vista, siguen exactamente el mismo período, deben referirse a la misma causa".

Pero, agrega y nunca debe olvidarse: *"Dos órdenes de fenómenos no se pueden aceptar como vinculados entre sí, sino cuando las evaluaciones de sus períodos medios, practicadas en épocas sucesivas, tienden con el tiempo a una igualdad absoluta".*

En la práctica es muy fácil y halagador interpretar como ciclo lo que en verdad resulta simple coincidencia más o menos repetida.

Hombres de gran saber fueron traicionados por la fantasía, el peor enemigo en esta clase de investigaciones.

Hechas estas advertencias, pasemos al examen de los dos períodos más discutidos.

242. — *Período de la frecuencia de las manchas solares.* Por encima de todos los períodos que los investigadores creyeron descubrir en sus estudios de correlación, prima el de la frecüencia de las manchas solares, con el que se relaciona también la así llamada ley de Brükner.

Tomando en consideración un siglo de observaciones y promediando intervalos, resulta que las manchas aumentan durante cerca de cinco años y disminuyen hasta casi desaparecer durante seis años y una pequeña fracción. Total: poco más de once años. Con más propiedad podría llamárselo *período de la actividad solar*, del que las manchas son un exponente no siempre necesario.

Nordmann, entre otros, comparando las curvas anuales de las manchas con la de la temperatura, halla que el *mínimum de manchas* se correlaciona con un aumento (pequeño aumento, por lo demás, 0°,3) de la temperatura sobre la normal.

El autor a su vez, correlacionando la lluvia (40 años) con la frecuencia de las manchas, creyó poder deducir de los gráficos notables y, sin duda, no casuales coincidencias entre los mínimos solares y los máximos udométricos y vice versa. Así parece, en mi concepto, demostrarlo el gráfico, trazado sobre valores pluviométricos obtenidos casi todos ellos o por observación directa del autor o bajo su vigilancia; en un país como el nuestro idealmente abierto a los fenómenos generales. Contra el peligro de que me ofuscara el deseo de sorprender la tan buscada correlación, sobre todo con fines de extrapolación, una simple mirada al gráfico dirá al lector si es o no un hecho lo que quieren significar las flechas vinculando los extremos de los fenómenos.

Con el *máximum* de manchas coincide un aumento en la agitación de la aguja magnética: con la aparición y paso de

las grandes manchas coinciden casi siempre las borrascas magnéticas, las grandes perturbarciones en las líneas telegráficas que a veces se extienden a enteros hemisferios y hacen imposibles las comunicaciones durante horas; la mayor frecuencia de las auroras polares, etc.

Esta evidente vinculación de algunos fenómenos terrestres con la periocidad de la actividad solar ¿existirá para todos los fenómenos atmosféricos? En otros términos, su frecuencia y su intensidad seguirán marchas paralelas con las variaciones de frecuencia e intensidad de la actividad solar juzgada por las manchas?

Dada la íntima trabazón de los fenómenos formando una cadena sin fin de causas y efectos, en tal forma que la modificación de uno de ellos repercute en todos los demás (véase p. ej.: aumento de temperatura trae aumento de evaporación, modificación del estado higrométrico, disminución de presión, alteración de gradiente etc.) parecería que así debiera ser.

Yo creo que esa acción se ejerce, pero su evidenciación se dificulta por su menor importancia al lado de causas inmediatas más poderosas, por la baja densidad del aire y la movilidad de sus moléculas que dificultan su observación, así como seguramente la dificulta y complica la sobre - posición de efectos múltiples debidos, a su vez, directa o indirectamente, a factores de acción simultánea.

Considérese, además, que el índice o criterio de la actividad solar (las manchas) de que se han valido la mayor parte de los observadores para los estudios de correlación, es defectuoso. La tendencia moderna es a atribuir mayor importancia a las fáculas, focos generadores y más persistentes de perturbaciones solares, que pueden *engendrar o no las manchas;* así como distingue en éstas las inertes y las activas, no encontrándose a menudo proporcionalidad entre las perturbaciones ocasionadas por las manchas y sus dimensiones (Marchand, Moreux, Nodon...).

243. — *Período de Brükner.* Brükner, notable geólogo austriaco, tomando en cuenta no solamente observaciones meteorológicas seculares, sino indicaciones relacionadas con el

avance y retroceso de los ventisqueros, épocas de vendimia, cierre y apertura de la navegación hacia regiones árticas, etc., extiende su investigación a unos 1.000 años. Del análisis de ese inmenso acopio de datos deduce su período más conocido bajo el nombre de *Ley de Brükner* y que abarca 34 - 35 años. Al cabo de ese período se reproduce una fase de frío y lluvias abundantes; los ventisqueros avanzan, las cosechas son tardías y pobres. A la mitad del mismo la preponderancia pertenece al calor con fenómenos inversos: temperaturas por encima de la normal. pobreza udométrica. (El próximo períodos de fríos y abundancia de lluvia caería por los años 1933 - 34; el período de reacción térmica estaba indicado para el 1923 - 24).

Sobre la efectividad del período de Brükner tal como él lo fija, se ha discutido y se discute mucho. Mientras Lockyer, Newcomb, Clough son de parecer que el ciclo de 35 años existe; que el período undecenal no es sino un subperíodo (11, $3 \times 3 = 34$) y que la irregularidad en las fases máximas y mínimas sólo depende de la imperfección de las observaciones, Wolfer, autoridad en la materia, del examen de casi un siglo y medio de observaciones donde las deficiencias de observación deben necesariamente tender a anularse, cree poder inferir que no existe un períodc regular de manchas y que, de cualquier manera, no está demostrada la existencia de un ciclo de 35 años.

El resultado a que se llega en los momentos actuales (Heredia) es que el ciclo de Brükner no es uniforme, sino que puede variar entre 23 y 45 años.

244. — *Método de Douglas.* Douglas abre un nuevo camino a esta clase de investigaciones, muy útil sobre todo para países como el nuestro, donde los datos de confianza son escasos y no alcanzan más allá de medio siglo. Dicho investigador descubrió una íntima relación entre las variaciones de los anillos de crecimiento en los árboles de una localidad y la lluvia caída, de tal manera que puede calcularse un dato en función del otro con la aproximación del 8 %.

Para sus primeros estudios escogió los picos del Arizona y las medidas obtenidas en varios países del Norte de Europa,

extendiendo así su ensayo a un período de quinientos años. Y los resultados, si confirman la existencia, confirman también la instabilidad del período de las manchas, ya que en dos grupos de observaciones obtiene para el período, en una 11.4 y en otra 12.5.

El examen de cien años de observaciones pluviométricas practicadas en la ciudad de Londres lleva a Simpson a los siguientes resultados: se constata al ciclo de treinta y cinco años, pero su amplitud, en comparación con los valores mensuales, es *absolutamente insignificante*. Simpson no niega la correlación entre las manchas y los factores meteorológicos, pero reduce su influencia y constata su irregularidad.

245. — *En resumen*: Expresando un pensamiento con que termina Heredia su interesante estudio sobre los ciclos meteorológicos y de acuerdo en esto con Douglas, el cotejo de las curvas de la frecuencia de las manchas solares con las correspondientes a la frecuencia e intensidad de ciertos hechos naturales así como demuestra la presencia de períodos bien realizados en el pasado, comprueba también la irregularidad de los mismos; lo cual hace que no podamos, por ahora por lo menos, tomarlos como bases seguras de previsión a largos plazos. Y si se quiere una prueba de esta afirmación algo desalentadora, recuérdese que una autoridad en la materia, H. Bigelow en un estudio por lo demás interesantísimo, nutrido y digno de su fama sobre el sincronismo entre la actividad solar y los fenómenos meteorológicos, anunciaba en 1911 un año pobre en precipitaciones para ese 1914 que en todos los países del Plata señaló el record secular de lluvia.

PARTE CUARTA

Algunos procedimientos aerológicos

CAPITULO I

La Aerología: sus cometidos y finalidades

SUMARIO—246. La Aerología rama de la Meteorología General. — 247. Sus cometidos. Cometas: globos-sondas y pilotos.

246. — *Aerología.* Si mal no recordamos, fué Teisserenc de Bort, ilustre físico francés muchas veces mencionado en estos Apuntes, quien dió el nombre de *aerología* al estudio de las altas capas aéreas, imaginando y empleando para ello métodos y aparatos especiales.

La aerología no es sino la extensión de las investigaciones meteorológicas a las capas que hasta hace pocos decenios no conocían la exploración científica sistemática, a pesar del papel fundamental que desempeñan en el complejo mecanismo atmosférico. Limitada la meteorología a los bajos fondos del océano aéreo, puede decirse que la aerología le agregó la tercera dimensión.

Pero en rigor, como bien lo expresa Baldit en su obra nunca bastante ponderada "Météorologie Practique", "climatología, aerología, dinámica de la atmósfera no son sino capítulos de una misma obra".

247. — Su cometido específico más importante se refiere al estudio de la composición y caracteres de la mezcla atmosférica, su división estratográfica, al gradiente vertical de la

temperatura y presión, inversiones permanentes y accidentales de la temperatura., subsistencia simultánea de torrentes atmosféricos sobrepuestos con dirección y velocidades propias; génesis, desarrollo y límite de los fenómenos hidrometeóricos, mecanismo total de las perturbaciones atmosféricas, etc.

Cometas meteorológicas, globos - sondas y pilotos. Para tales investigaciones que la meteorología de antaño no había podido incluir eficientemente en sus programas, (la primera tentativa de exploración de las altas capas consistió en un corto número de estaciones alpinas y unas pocas e imperfectas observaciones en globos tripulados), se idearon métodos y aparatos especiales: las cometas meteorológicas y, luego, los globos - sondas de papel y de caucho que elevaron a miles de metros y en la libre atmósfera registradores de alta precisión dentro de un volumen y peso mínimo, maravilla de la mecánica científica.

Las cometas, el juguete infantil transformado por Rotch y Hargrave en útil científico, soltadas en *tandem* a lo largo de cables de acero, ya permitieron alcanzar los 4000 metros.

Su empleo era molesto, difícil y costoso.

Edificante sería al respecto la Historia de nuestros ensayos en el Observatorio del Prado, allá por los años 1902 - 7 en los que tuvimos que conquistar experiencia a fuerza de golpes, luchando contra la falta de medios adecuados, conocimientos de detalles de procedimiento, imperfección del material (las cometas, algunas de las cuales aún se conservaban todavía en 1923 y que fueron destruídas por un espíritu incomprensible, fueron construídas penosamente desde el primer detalle hasta el último, por los Directores del Observatorio el autor de estos Apuntes y el Prof. J. Zolezzi).

Los *globos - sondas,* primero de papel barnizado, luego de goma; de escaso cubaje, inflados con gas de alumbrado, más tarde con hidrógeno (1), decuplicaron esa altura con el record de Pericles Gamba, Director del Observatorio

(1) Hermite y Bezançon fueron los primeros (1892) que emplearon globos de pequeño diámetro, inflados con gas de alumbrado o con hidrógeno para la exploración de la atmósfera.

de Pavía (37.700 mts.), trayendo registraciones continuas de la presión, temperatura, humedad de las capas atravesadas durante su recorrido; y los *globos-pilotos,* de finalidades más modestas, permitieron el conocimiento detallado de las corrientes aéreas que en todo sentido y con características tan diversas se forman, se agitan, se arremolinan en el seno de la atmósfera y de las que a veces los observadores de la superficie no tenemos ni el más remoto indicio.

La aviación, con sus rápidos progresos y un dominio cada vez más amplio y seguro del espacio, puede significar nuevos y muy eficaces medios de progreso para la meteorología, al mismo tiempo que, a su vez, debe esperar de ella lógicos beneficios.

No permitiéndonos nuestro breve curso penetrar a fondo en el campo de esta rama tan importante, novedosa y fecunda de la meteorología, nos limitaremos a reseñar algunos de sus procedimientos que tengan con nuestros propósitos una vinculación más inmediata.

CAPITULO II

Lanzamiento de globos pilotos

SUMARIO—248. Los globos pilotos.—249. Principio en que se basa el sondaje atmosférico con un solo teodolito.—250. Observación y trazado de la trayectoría. Registro de observaciones.—251. Características de los globos. Conservación. --252. Instalación hidrogénica. — 253. Determinación de su fuerza libre. — 254. Velocidad ascensional.—255. Teodolito Quervain.—256. Operadores. — 257. Lanzamiento.—258. Algunos de nuestros resultados.

248. — *Empleo de los globos pilotos en la exploración de las altas capas.* El *piloto* es un pequeño globo de goma, de una pasta muy homogénea e impermeable aún en su máxima dilatación, cuando el espesor de las paredes apenas alcanza a centésimas de milímetro. Se infla con hidrógeno de alta presión hasta adquirir una fuerza ascensional de 1m.5 a 2m.5 por segundo.

Su empleo en aerología, posterior al de los globos-sondas, data de principios del siglo. Se utiliza para determinar la

dirección y velocidad de las corrientes reinantes en el seno de la atmósfera superincumbente al lugar del lanzamiento.

Dada su propiedad (demostrada por De - Quervain y más tarde confirmada por Hergessell) de conservar casi inalterable su fuerza ascencional primitiva, los globos pilotos permiten fijar esos elementos mediante el uso de un solo teodolito hasta alturas que en buenas condiciones atmosféricas y con observadores dotados de especiales aptitudes, pueden alcanzar los 15 - 20.000 metros.

Se trata, en resumidas cuentas, de un simple procedimiento de triangulación que, en un momento dado, ubica el globo perseguido con respecto al nivel del mar y al punto de partida; con esta útil peculiaridad que el globo se persigue desde un solo punto, sirviendo de lado conocido para las exigencias del cálculo, la velocidad ascencional constante en todo su recorrido. Los resultados confirmatorios de este fundamento del sistema a que llegaron De - Quervain en Zurich y luego Hergessell en Estrasburgo, fueron aceptados oficialmente por la Conferencia Internacional de Aerología reunida en Mónaco en Septiembre de 1909.

Mediante lanzamientos de pilotos iniciados por el autor de estos apuntes en el Observatorio del Prado a fines de 1908 — por primera vez según entendemos, en la América del Sur — se obtuvieron los resultados resumidos más adelante que le merecieron tan alentadores aplausos en el Congreso Científico L. A. reunido en Buenos Aires en 1910, y algún tiempo después provocaron su incorporación al Comité Internacional de Aerología (1).

Importa detallar un procedimiento que siendo de gran importancia teórica y práctica en los Observatorios de meteorología, debiera ser de uso habitual en los centros de aviación, pues el conocimiento de las condiciones de las corrientes reinantes a distintas alturas, puede constituir un factor fundamental para la oportunidad o el éxito de un viaje.

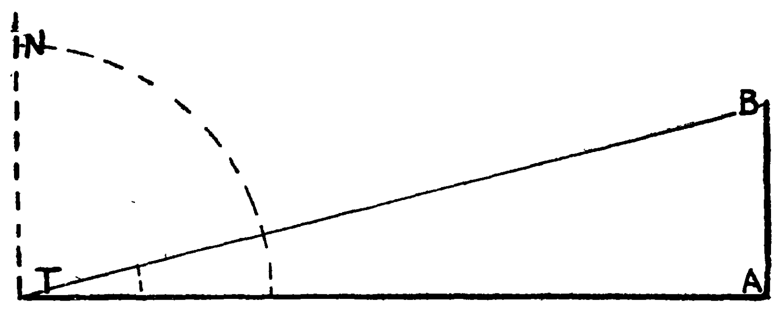
249. — *Principio en que se basa el sondaje atmosférico con*

---

(1) Lanzamientos de globos pilotos en el Observatorio del Prado (Montevideo) Observaciones y deducciones, por L. Morandi, 1912.

un solo teodolito. Supone conocida y constante la velocidad ascencional del globo, admitiendo en la práctica, que no existan corrientes ascendentes o descendentes, sino que el aire se mueva horizontalmente (ya sabemos que este caso es, en rigor, excepcional en el seno de la atmósfera).

En esta suposición, para fijar las posiciones sucesivas del globo bastará resolver triángulos cuyos elementos son:



B A es la altura del globo sobre la estación, obtenida multiplicando la velocidad ascensional del globo en m|s previamente determinada, por el número de segundos transcurridos desde el comienzo de la operación.

T el ángulo de altura leído en teodolito.

N T A el azimut referido al norte (cero).

La proyección de las sucesivas posiciones del globo sobre un plano horizontal y el trazo que une sobre el mismo esas posiciones sucesivas (empleando una escala suficientemente amplia para reducir errores), permitirá determinar la dirección y la velocidad de la corriente que arrastra el globo en el momento de la observación y las modificaciones que ellas sufran, fijando así la trayectoria del globo.

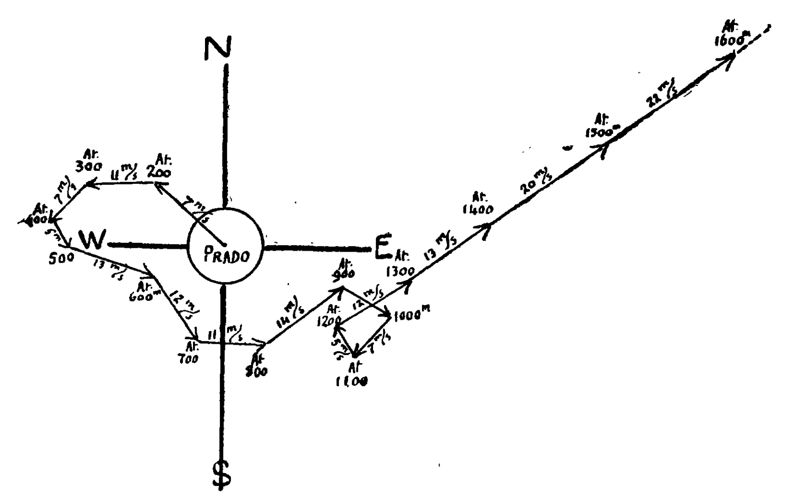
Para eso puede emplearse el procedimeinto logarítmico o servirse del sistema gráfico, de resultados suficientemente exactos cuando se adopta una escala amplia y se dispone de los necesarios adminículos para el trazado.

250. — *Observación y trazado de la trayectoria.* Optándose por el procedimiento gráfico, un ayudante empezará por determinar sobre papel milímetrado la distancia del globo. Esta quedará fijada por la longitud, desde su origen, de la recta

visual de altura dada por el teodolido, al vértice de la línea vertical de altitud del globo obtenida multiplicando la velocidad ascensional en m|s. por el número de segundos transcurridos desde la suelta.

Un segundo ayudante pasa esa distancia al mapa de proyección de acuerdo con el azimut empleando una escala conveniente; operación que se hace con rapidez mediante el círculo fijo de brazo rotativo graduado en milímetros, que conviene encargar con aditamentos susceptibles de darle una longitud de 2 metros.

Este mismo ayudante al unir los puntos que en la proyección señalan las posiciones consecutivas del globo, irá trazando la trayectoria. Las rectas que unen esos puntos a más de la dirección de los vientos que arrastran sucesivamente el globo, darán también la distancia que los separa o sea el camino recorrido en el intervalo de tiempo adoptado que es la velocidad de la corriente en m|s.



Trayectoria de un globo piloto

La mayor parte de nuestras observaciones, se practicaron en parte alícuota de hora: de minuto en minuto, de dos en dos, etc. El sistema dificulta las comparaciones y obliga a interpolar. La experiencia mía y ajena, enseña que mejor

conviene proceder con observaciones al *top* cronométrico de partes alícuotas de altitud (100 mts., 200 mts., etc.), lo que se consigue rápidamente una vez conocida la velocidad ascencional. Esta determinación debe hacerse antes del lanzamiento, anotando en el registro la hora, minutos y segundos que corresponden a cada altura.

Registro de observaciones. En el Observatorio del Prado se llevaba para cada lanzamiento un registro del que damos una reproducción y que contiene los elementos de observación y cálculo.

Como se ve, una vez adquirida alguna práctica (pocas horas bastan) y con una oportuna distribución de trabajo, es perfectamente factible llevar de consuno la observación, el cálculo y el trazado de la trayectoria; y admitiendo, p. e.,

Observatorio del Prado (Montevideo)

Latitud	Altura sobre el mat	Longitud
Lanzamiento N.º 12 . . Día 2 de Marzo 1910 . . Principio: 15 h. 0 m. . . Fin 15 h. 37 m.	Globo: Zelkine . . . . . Peso 29 gramos . . . . . Velocidad ascensional: 2.0 m/s Estado del cielo: 3/10 . . . Nubes: cirros del W. . . .	Viento Inf. Norte. Velocidad 2.8 m/s.

	Altitud sobre el suelo	Altura sobre el horizonte	Azimut (0° 360) (circ. hor.)	Distancia horizontal en mts.	Corriente que arrastra el globo		Observaciones
					Dirección en grados	Velocidad m/s	
1	100 m						
2	200 m						
3	300 m						
4	400 m						
5	500 m						
6	etc.						

que la fuerza ascensional del globo sea de 2 m|s., a la media

hora de haberse iniciado el lanzamiento podrá conocerse la dirección, velocidad, potencia, características etc., de las corrientes atmosféricas hasta una altura de 3.600 m.

251. — *Los globos*. Son de caucho, con peso de unos 30 a 40 gramos: Inflados, pueden llegar hasta un diámetro de 50 - 80 centímetros, con una fuerza ascencional entre 1m.50 y 2m.50 por segundo.

Por lo demás estas condiciones cambian según la procedencia de los globos y aún para materiales de la misma fábrica.

La condición principal de un globo de goma debe ser la homogeneidad de su pasta y su perfecta impermeabilidad al hidrógeno, aún en los límites extremos de su dilatación. No han de ser estas condiciones fáciles de obtener, cuando la casa Pirelli de fama universal y bien merecida en la industria del caucho, tardó años en lanzar al mercado este artefacto, mientras ya se podían conseguir buenos materiales en Rusia (Zelkine), Francia (Paturel) y en Alemania (Empresa continental del caucho).

En nuestros lanzamientos, que suman muchos centenares, acabamos por adoptar los globos Pirelli con resultados satisfactorios desde todo punto de vista.

Conservación de los globos. La conservación durante un tiempo largo es dificultosa aún en las mejores condiciones. Aconsejo, por tanto, que las Instituciones donde su uso es habitual, en lugar de formar grandes *stoks,* se pongan de acuerdo con la fábrica para el envío periódico de las partidas prudencialmente necesarias (cada mes, cada tres meses).

Con lo cual se evitarán pérdidas de dinero y de trabajo y sin mayores desperdicios y contratiempos se dispondrá del material en las mejores condiciones.

Para la utilización de globos viejos, rígidos o deformados Collay aconseja el siguiente procedimiento que en la práctica (sobre todo en la estación invernal) puede aplicarse también a los nuevos.

El globo se templa durante algunos momentos en agua muy caliente, luego se suspende y se deja secar a la sombra y a una temperatura suave. La experiencia de años, en los campamentos franceses parece haber demostrado que realizando

todas las mañanas esta operación con los globos destinados al servicio del día, se reducen a un mínimum las rupturas.

252. — *Hidrógeno.* El piloto (como el globo-sonda de caucho) se infla con hidrógeno bajo fuerte presión. Dado el pequeño consumo (un botellón de 3m.^{3} da holgadamente para veinte globos) es más cómodo y quizás más económico adquirirlo en comercio.

Cuando eso no es posible (y el caso es más frecuente de cuanto pueda creerse), se llenará esta necesidad con una pequeña instalación compuesta fundamentalmente de:

Una máquina generadora de hidrógeno.

Un gasómetro.

Bomba de compresión.

Botellones de acero de resistencia controlada, dotados de sus respectivas llaves sinistorsas y manómetros.

El hidrógeno es inflamable. Mientras no se generalice el empleo del helio que con una densidad también bajísima pero mayor que la del hidrógeno, no ofrece peligros de combustión, será menester tomar precauciones para evitar desgracias.

Desde ya es de aconsejarse la práctica de disponer los botellones de hidrógeno sobre caballetes en la parte exterior del pabellón aerológico, posiblemente al sur, dejando que tan sólo penetren en él, y a buena altura, las cabezas de los tubos.

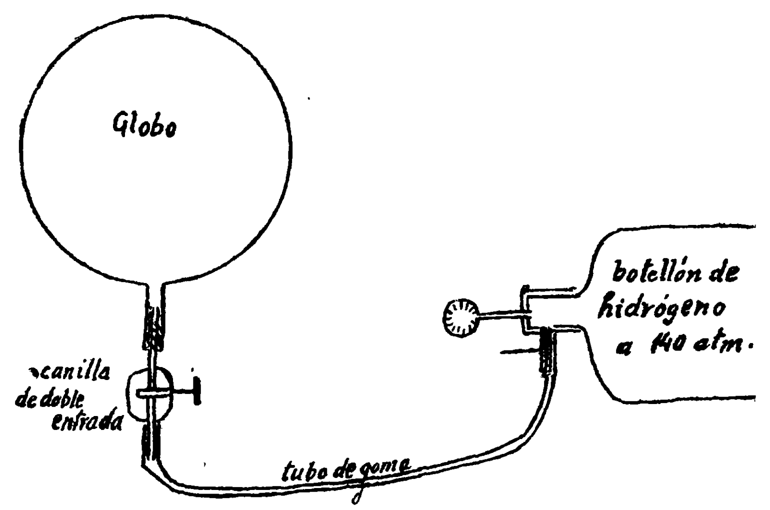
Nunca deben emplearse para tubos de hidrógeno llaves que hayan servido para botellones de oxígeno. En general, los fabricantes, amaestrados por dolorosas experiencias, aplican llaves destorsas a los segundos y sinistorsas a los primeros.

En el pabellón aerológico debe emplearse exclusivamente la luz eléctrica y prohibirse severamente en todo momento el fumar.

253. — *Determinación de la fuerza libre del globo.* De Quervain ideó una balanza sencilla y suficientemente sensible que, mientras se infla el globo, permite apreciar la fuerza ascencional en todo momento de la operación para interrumpirla cuando así convenga.

Baldit describe otro procedimiento que excluye el uso de

la balanza Quervain, evitando sus inconvenientes. Preconiza el empleo de una canilla de bronce de dos entradas munidas de una llave y cuyo peso es justamente igual a la fuerza ascencional libre que se quiere dar al globo. Una de sus extremidades se une por un corto y liviano tubo de goma al botellón de hidrógeno, la otra al apéndice del globo. Se abre primero la llave de la canilla, luego la del botellón; y cuando el globo, inflándose poco a poco bajo la acción del hidrógeno, eleva de-



Procedimiento Baldit para determinar la fuerza libre del globo piloto

cididamente el tubo de goma, se cierra primero la llave del tubo de hidrógeno y luego la de la canilla (lo contrario podría traer molestos inconvenientes). Resultará así que el globo tiene un pequeño exceso de fuerza ascencional sobre lo calculado o, en otros términos, está algo más inflado de lo necesario. Se corrige este defecto entreabiendo despacio la llave de la canilla, después de haber desprendido el pequeño tubo de goma, hasta obtener el equilibrio perfecto. En este instante la fuerza ascencional es igual al peso conocido de la canilla. Se comprende sin entrar en detalles superfluos, cómo es fácil aumentar con pequeños pesos adicionales suspendidos del tubo de bronce, su peso primitivo.

Antes de desprenderse la canilla se pone el globo a la intemperie en pleno sol, en lugar abrigado del viento, para que la temperatura del gas se equilibre con la del ambiente. Para eso bastan unos minutos. Se comprobará así también de paso si el globo conserva el gas.

Momentos antes del lanzamiento se desprende con precaución la canilla, se cierra atándolo con hilo de acarrete el apéndice del globo doblándolo una o dos veces, lo que asegura un cierre perfectamente hermético.

El remiendo del globo que pierde no es, en general, aconsejable en los pilotos. La experiencia enseña que la mayor parte de los globos así compuestos estallan durante el inflamiento o poco después de haberlos lanzado.

254. — *Velocidad ascensional del globo.* Fórmulas especiales permiten determinar la velocidad ascensional del piloto: su desarrollo puede encontrarse en la obra del Cap. Baldit a menudo citada y utilizada por nosotros.

Recordamos, sin embargo, que en la conferencia internacional de Aerología de Mónaco (1909) Hergessell, entonces presidente de la Comisión Internacional de Aerostación, presentó (y fué adoptada) una fórmula deducida de consideraciones teóricas y confirmada por la práctica, según la cual conocida la fuerza ascensional libre y el peso del globo (tratándose de pequeños globos esféricos), se obtiene su velocidad ascensional vertical. La tabla gráfica que reproducimos y que procede del Instituto Militar de Aeronavegación de Roma, está traza da sobre esos principios.

255. — *Teodolito Quervain.* Dada la gran movilidad del objeto perseguido, sobre todo en los primeros momentos de observación, y la rapidez con que se achica en el campo y cambia de altura y de azimut, los teodolitos geodésicos comunes no pueden utilizarse con provecho: su manejo es demasiado lento aún en manos experimentadas y la lectura exige un tiempo mayor del que pueden conceder las exigencias del lanzamiento.

De Quervain primero, y luego, sobre el mismo sistema, otros meteorologistas y mecánicos científicos (se recomienda especialmente el modelo económico Salmoiraghi) idearon

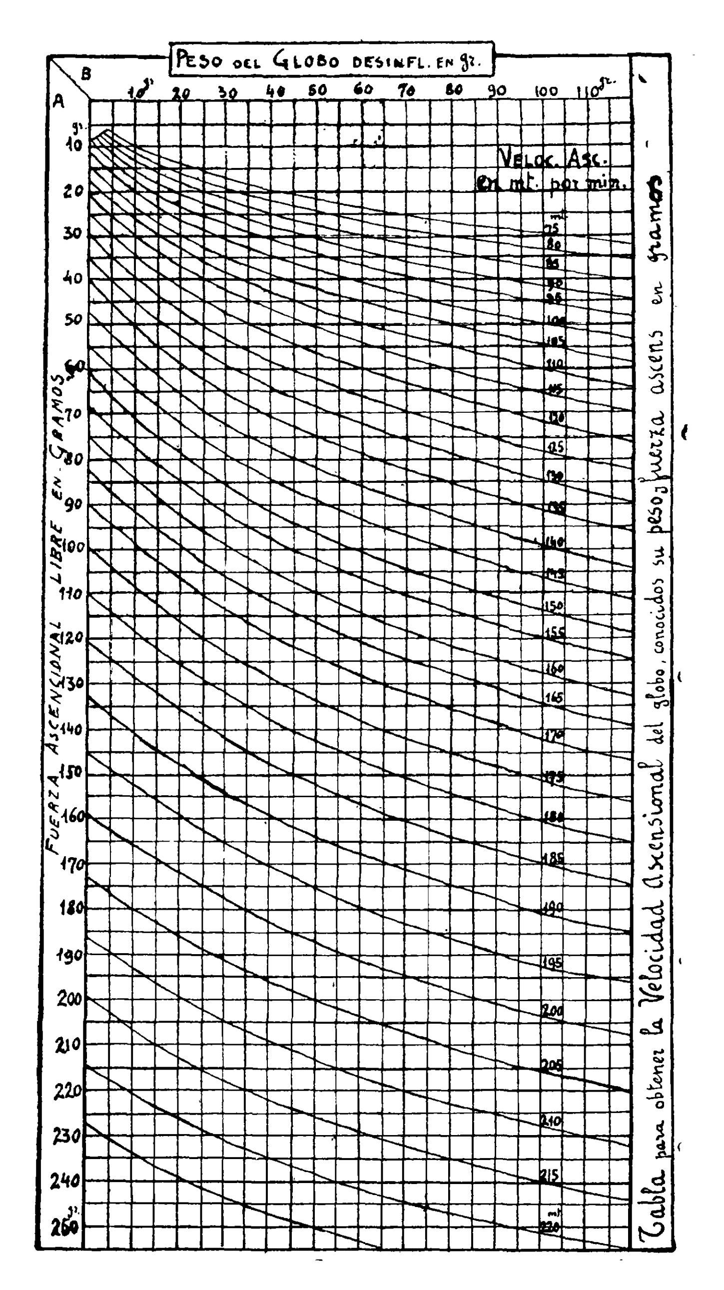


Tabla para determinar la velocidad ascencional de un globo piloto

teodolitos acodados especiales, muy luminosos y de fácil engrane, que sacrificando algo de una innecesaria exactitud, permiten fácil y rápidamente dar caza al globo fugitivo, conservarlo en el campo del anteojo y utilizar con prontitud los círculos de altura y azimut. Haciendo buen uso de los tambores y nonios, podrá obtenerse la centésima de grado: pero, en la práctica y mientras no se trate de grandes distancias, será suficiente la vigésima de grado.

El nivelado del teodolito, de importancia fundamental, es fácil pero no debe precipitarse. Exige su tiempo y no hay que escatimárselo.

Si se hace uso del pie portátil, conviene poner bastante cuidado en su fijeza. De cualquier manera se controlará el nivel al terminar la operación o al surgir alguna duda. Más vale desechar todo el trabajo, que fundar conclusiones sobre datos defectuosos.

Si se prefiere un pilar fijo, se lo rodeará de un banco que permita la observación cómoda de sentado. Es inapreciable el valor de esta comodidad en los sondajes de larga duración (p. e. que pasen de una hora).

Nivelado el teodolito, se hará coincidir la línea 0° - 180° o 0° - 200° con la dirección Norte - Sur geográfico.

Una mira natural (un árbol, una torre, una chimenea) o artificial (un disco, un poste, con cuadro, un pilar) a gran distancia facilitará esta operación.

El teodolito debe instalarse en lugar desde donde se domine todo el horizonte.

256. — *Los operadores.* Los operadores pueden reducirse, en último término, a cuatro, (1) toda vez que se pretenda llevar paralelamente la observación, el cálculo y el gráfico; o a dos si ésto no urge. La experiencia enseña, sin embargo que hay una gran conveniencia para la marcha regular de la operación, en independizar al cronometrista del o de los lectores de círculo.

El *observador* tiene como incumbencia principal el captar

(1) Y aún a tres, cuando se adquiera práctica en las operaciones.

el globo y conservarlo en el campo del anteojo, para tenerlo en el cruce del retículo cuando el cronometrista dé el *top*. En rigor se facilita este cometido llevando la pequeña imagen del globo en un ángulo del retículo y no en el mismo cruce que, cuando el globo se halla a gran distancia, podría dificultar su visión.

En los primeros momentos perseguirá el globo con alidadas libres y utilizando la mira como si apuntara al globo con escopeta. La variación de altura y azimut es tan rápida, que en la mayoría de los casos no es posible acudir útilmente para ello a los tornillos.

Cuando ya los movimientos son menos bruscos y el globo se conserva fácilmente en el campo, se cierran las alidadas y por el doble juego de los tornillos de altura y azimut se procura mantenerlo en proximidad del cruce del retículo,.

Para facilitar la visión, obsérvese con la cabeza envuelta en un paño negro como lo usan los fotógrafos, no bien el globo esté definitivamente captado. Su observación no se abandona luego un solo instante. El que observa no puede leer los círculos. Aún en las distancias medianas sucede que, en virtud de la adaptación de la retina, el objeto perseguido cuya observación se abandone durante algunos momentos, no es luego reperible a pesar de hallarse en el campo del anteojo, y esto sucede, como es claro, tanto más fácilmente cuanto mayor sea la distancia del globo.

En observaciones nocturnas para facilitar la caza del globo y su conservación en el campo del anteojo, podría acudirse al siguiente artificio. Se construye un retículo de dos hilos de platino finísimos, y en su cruce se deposita una pequeña gota de materia fosforescente. Lo mismo puede hacerse con la punta y la cruz de la mira.

También es obligación del observador señalar con frases breves y claras circunstancias relativas al rumbo, velocidad, visión, etc., del globo que puedan contribuir a disipar dudas con respecto a la observación y a las lecturas de los círculos, cosa más frecuente de cuanto se imagina el lector aún con observadores de larga práctica. En general el observador es el jefe del grupo, a quien corresponde la respon-

sabilidad de la operación y que previamente habrá hecho una oportuna distribución del trabajo.

En *cronometrista,* que con anterioridad al lanzamiento habrá calculado los momentos de las observaciones, dará enérgicamente los *tops* y los hará preceder primero por la voz de *¡atención!* quince segundos antes y luego por el canto de los nueve segundos que preceden el *top.*

El encargar al cronometrista apuntes o notas, es exponerse a perder observaciones, con más razón cuando se procede con partes alícuotas de altura (100, 200, 300, mts.) en lugar de partes alícuotas de hora (medio minuto, un minuto, dos, etc.).

Habrá uno o, mejor, dos *lectores de círculos,* de los que uno se encargará de llevar nota de las observaciones en la planilla o registro (250) previamente dispuesto para el caso.

Si se efectúa al mismo tiempo el cálculo y el trazado de la trayectoria, convendría disponer de otros dos operadores a los que una breve experiencia enseñará cómo deba distribuirse y facilitarse el trabajo para no quedar rezagados en su tarea con respecto a los observadores.

257. — *Lanzamiento.* Inflado el globo, determinada su fuerza ascensional libre y con la seguridad de que el globo no tiene escape, se suelta desde descampado para que no se arremoline, a una señal del cronometrista y previa voz de: ¡atención!

Si la necesidad impone observaciones nocturnas, la iluminación podrá hacerse (tomando las debidas precauciones) por medio de cabitos de vela encerrados en linternas de papel transparente y suspendidas a 1.m50 del globo. Muy indicada para el caso es una pequeña pirámide de papel, cuya base pequeña tronchada sirva de abertura. Resulta aún con vientos impetuosos.

258. — *Resultados obtenidos. en el Observatorio del Prado.* — Para demostrar el interés que revisten estas exploraciones, permítaseme resumir algunos de los resultados a que ha llegado el autor por medio de globos pilotos, señalando el vasto campo que descubren a los estudiosos y los hechos inesperados que revelan en las capas atmosféricas fuera del alcance de las observaciones comunes.

I. — Egnell emitió la siguiente ley relativa a la velocidad del viento con la altura: "La velocidad del viento varía en razón inversa de la densidad del aire a partir de los 200 o 300 mets. hasta los 12.000".

Nuestros lanzamientos no la confirman satisfactoriamente. Si englobando todas las observaciones es cierto que se nota una mayor velocidad con la altura, abundan demasiado los casos en que la velocidad en lugar de crecer o sostenerse, disminuye.

La irregularidad apuntada se hace más sensible de 4.000 a 6.000 metros.

Pero las observaciones llegan a confirmar la ley si la expresamos en la siguiente forma: *La velocidad del viento aumenta con la altura mientras no se abandone el cauce de una corriente atmosférica.*

II. — Confirmando anteriores investigaciones practicadas con cometas, la masa de aire removida por el fenómeno local de la brisa parece limitar sus efectos por los 400 - 500 metros.

III. —En el seno de la atmósfera, aún en los días aparentemente calmosos y serenos a la superficie, sin agitaciones barométricas, se mueven y se cruzan en todos sentidos torrentes aéreos de toda potencia y dirección, con velocidades propias distintas, a veces notablemente distintas. Contra lo que dejaría pensar la ley de Egnell, tal como él la enuncia, pueden encontrarse vientos fuertes abajo y débiles arriba y corrientes fuertes entre dos corrientes calmosas.

IV. — En las inmediaciones del contacto de dos corrientes sobrepuestas (cuanto más divergentes, más acentuado parece el hecho) la velocidad se reduce, hasta caer casi del todo.

V. — Estas corrientes aún las de menor cuantía, no son momentáneas, sino de cierta duración, ya que observaciones repetidas en la misma tarde con una o dos horas de intervalo, reproducen la trayectoria en la mayoría de sus detalles.

VI. — En fin, a partir de los 3.000 metros los globos, en la mayoría de los casos, sientes una corriente de gran predominio que los arrastra desde el Oeste - Noroeste.

BIBLIOGRAFÍA

Principales obras consultadas y utilizadas para estos Apuntes

Anales y Memorias de la Oficina Meteorológica Argentina

Angot — Météorologie.

Askinazi — Observaciones Meteorológicas y Fenológicas llevadas paralelamente.

Azzi — Organización de un Servicio de Meteorología Agraria.

Baccarini — Previsión de crecientes de ríos.

Baldit — Météorologie Pratique.

Berget — Física del Globo.

Berget — Ou en est la Météorologie?

Bigelow — Sincronismo entre los fenómenos de la actividad solar y los elementos meteorológicos

Congresos Internacionales de Meteorología. Resoluciones de los celebrados desde principios de siglo.

Davis — Tablas higrométricas.

De Marchi — Climatología e Meteorología Dinámica.

Desmoulins — La marche annuelle de la Temperature et les phases de la Végétation.

Di Muro — Trattato d' Agronomia.

Ferrero — Misura della rugiada.

Gerona — Meteorología.

Guilbert — Nouvelle Méthode de Previsión du Temps.

Hellmann — Memorias de Meteorología y Climatología.

Heredia — Ciclos meteorológicos.

Houdaille — El estado de la Meteorología Agrícola.

Klein — Météorologie Agricole.

Klossovsky — Organisation de l'étude climatologique spéciale de la Russie.

Larrañaga — Diario — Observaciones meteorológicas y agrícolas.

Mannucci — Un nuevo Drosómetro.

Mascart — A propósito de la Previsión del Tiempo.

Maury — Geografía Física del Océano.

Mohn — Meteorología.

Morandi — Normales para el Clima de Montevideo.

La lluvia de ídem.

La Nebulosidad ídem., ídem.

Boletines, Anuarios y Memorias del Observatorio del Colegio Pío de Villa Colón.

Boletines, Anuarios y Memorias del Observatorio del Prado. (1901 - 1922).

Lanzamiento de Globos Pilotos — Primeros resultados.

Las calmas interhorarias en Montevideo y los aermotores.

Veinte años de labor en el Observatorio del Prado.

El granizo en el Uruguay.

Monografías Climatológicas de doce Departamentos del Uruguay.

La Meteorología a través de los siglos.

La Meteorología en el Uruguay desde la época colonial hasta principios del siglo XX.

Contribución al estudio del Clima del Uruguay. (Para el Congreso Médico de Río Janeiro).

Un vaporímetro de nivel constante para superficie líquida y tierra de cultivo.

Moussy (De) — Observaciones Meteorológicas de mediados del siglo XIX.

Observatorio — de San Petersburgo — Anales.

Passerini — Meteorología Agrícola.

Quervain (De) — Varias Memorias sobre estudios y prácticas aerológicas.

Rivas — Efemérides Históricas del Uruguay.

Röster — Climatología.

Saurel — Climatologie Médicale de Montevideo.
Schröeder — Análisis de aguas de lluvia.
S. I. (U. S.) — Tablas Meteorológicas.
Taffara — Le Nubi.
Teisserenc de Bort et H. H. Hildebrasson — Les bases de la Meteorologie dinamique.
Valli (?) — Fiumi e torrenti.
Zolezzi — Conferencias de Meteorología y Seismología.

NOTA — Otros autores se mencionan oportunamente en en el texto.

ÍNDICE GENERAL

Págs.

INTRODUCCIÓN

PARTE PRIMERA

Física Atmosférica y Técnica Meteorológica

CAPITULO I

ALTURA Y COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

CAPITULO II

CARACTERÍSTICA DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES ATMOSFÉRICOS

CAPITULO III

ORIGEN DEL CALOR ATMOSFÉRICO. — CÓMO SE CALIENTA LA ATMÓSFERA

CAPITULO IV

LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

CAPITULO V

LA HUMEDAD ATMOSFÉRICA

CAPITULO VI

EL VIENTO

CAPITULO VII

EVAPORACIÓN

Págs.

CAPITULO XV

LA NEBULOSIDAD EN NUESTRO CLIMA

CAPITULO XVI

LA LLUVIA

CAPITULO XVII

LA LLUVIA EN NUESTRO CLIMA

CAPITULO XVIII

LA LLUVIA EN NUESTRO CLIMA (Continuación)

CAPITULO XIX

FRECUENCIA E INTENSIDAD HORARIA DE LA LLUVIA

CAPITULO XX

LA LLUVIA EN EL URUGUAY

CAPITULO XXI

LA LLUVIA EN EL URUGUAY (Continuación)

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO

DE LA

GEOLOGÍA Y DE LA PALEONTOLOGÍA DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

REGIÓN DE COLONIA

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO

DE LA

Geología y de la Paleontología de la República O. del Uruguay

REGIÓN DE COLONIA

POR

AUGUSTO TEISSEIRE

Director del Liceo Departamental de Colonia

INTRODUCCIÓN

Como el título lo indica, estas notas, que son el producto de varios años de investigaciones, se refieren especialmente a la región que circunda la ciudad de La Colonia, así como a algunos puntos del río de la Plata, lamentando no haber podido todavía cumplir con mi deseo de extenderlas a todo el departamento y a los limítrofes. La asistencia diaria a las clases y tareas de la dirección del Liceo, así como la ausencia de recursos especiales para gastos de esta naturaleza, fueron los únicos motivos que limitaron mi acción.

También hago notar que la principal parte de este trabajo debió haberse publicado a mediados de 1922, en que fué presentado por primera vez al señor Decano de la Sección de Enseñanza Secundaria y Preparatoria, para ser publicado en la Revista de la Sección. Dificultades económicas postergaron la publicación, de lo que me felicito, porque esta larga prórroga me permitió realizar nuevas excursiones cuyos resultados han venido a aumentar el texto inicial. Por otra parte, el presente trabajo tuvo el honor de ser aceptado a principios de 1925 por el señor Rector de la Universidad de la República, para su publicación en los Anales de la institución, pero, debido a la gran abundancia de material, estas notas no han podido ser impresas hasta la fecha. En la solicitud correspondiente quedan expresadas las razones que in-

citaron al autor a presentar este trabajo en copias escritas a máquina para participar del Concurso en que fué premiado.

Estas notas, que me propongo ampliar más tarde, no tienen la pretensión de resolver todos los problemas ni explicar todos los fenómenos geológicos que encierra esta parte del país.

El fin que persigo es el del de llamar la atención de las personas competentes sobre testigos científicos que, sea bajo la acción destructora del tiempo, sea por la ejecución de proyectos de necesidad pública, o sea todavía por efecto de la explotación particular, tienden fatalmente a desaparecer.

También me anima el deseo de contribuir a guiar a los estudiantes de este Liceo Departamental en sus investigaciones y despertar su entusiasmo hacia esta clase de estudios, ya que muchos de los sitios que a continuación se describen son, cada año, puntos elegidos para nuestras excursiones liceales. Asimismo, parte de estas notas podrá ser de provecho para los aficionados y estudiantes de Montevideo y de San José.

En resumen, se trata más bien de acopios de datos geológicos y paleontológicos y algunos tocantes a los aborígenes de este rincón de la República, datos que puedan servir de guía a los estudiosos.

Los profesionales no deben prestarme la intención de querer presentar un trabajo de erudición. Muchos de los puntos tratados necesitarían, para merecer tal calificativo, más estudio y mayor pulimento y, en cuanto a las clasificaciones de fósiles, varias de ellas son incompletas por falta de medios y de tiempo.

Hecha esta salvedad y con la esperanza de alcanzar los fines expuestos, paso al objeto verdadero de este trabajo.

EXPOSICIÓN GENERAL

Con el fin de recordar al lector los períodos geológicos y exponerle de un solo vistazo el sincronismo de las rocas y depósitos estudiados en este trabajo, presento a continuación el cuadro N.o 1, donde dichos depósitos y rocas van señalados del 1 al 7, bajo la denominación de "Grupos".

CUADRO N.º 1

SERIE GEOLÓGICA

ERAS	PERÍODOS	FORMACIONES	DEPÓSITOS	GRUPOS	TRANSGRESIONES
	Actual		Tierra negra	7	
CUATERNARIA	Holoceno	Postpampeana	Limo loéssico	6	
	Pleistoceno		Postpampeanos	5	Serie Querandina
				4	
	Pliocenio	Pampeana	Neopampeanos	3	Araucana
TERCIARIA	Mioceno		Mesopampeanos	2	Entrerriana
	Oligoceno		Eopampeanos		
	Eoceno		Infrapampeanos?		
	Cretáceo				
SECUNDARIA	Jurásico				
	Triásico				
	Pérmico				
	Carbonífero				
PRIMARIA	Devónico				
	Silúrico				
	Cámbrico		Pizarras		
ARCAICA	Algonkiano	Rocas primitivas	Gneis esquistosos	1	
	Arqueano		Gneis, roc. graníticas		

Se desprende del cuadro N. 1 que, las rocas llamadas *primitivas* o *cristalinas* son las que forman la base visible en esta parte de la República. Cuando estas rocas no afloran, los depósitos superpuestos pueden presentarse en serie completa del 2 al 6, o faltar uno que otro grupo, pero sin alterar el orden indicado en el cuadro N.o 1. De todos modos, en ningún caso he encontrado depósitos de edad mayor que la del Mioceno, o cuando más del Eoceno.

Los depósitos de los seis grupos superiores se caracterizan por su gran parecido que, a menudo, dificulta su clasificación. En general se trata de un limo, por así decir, continuo, si bien interrumpido a veces por uno y otro banco de tosca, arcilla o arena, y que tan sólo difiere en cuanto a consistencia, que es generalmente poca, y en color, que va del rojo ladrillo oscuro al blanco de la cal. En cuanto a la potencia del conjunto de los 6 grupos, es variable, para dar una cifra más o menos exacta se necesitarían muchos datos sobre perforaciones, los que no poseo. Sin embargo no puede ser muy grande en esta región; la mayor que he podido calcular alcanza a unos 50 metros, o sea de la parte superior de la barranca de Colonia al fondo de la canal del mismo puerto.

Lo que llama la atención en el cuadro N. 1 es la falta casi completa de depósitos de la Era Primaria y la ausencia absoluta de los de la Era Secundaria, los cuales, es bien sabido, constituyen, por así decir, casi la totalidad de la serie geológica en cuanto a espesor.

Este gran "hiato" explica la pobreza de nuestras tierras en fósiles, tan abundantes en esas Eras ausentes, así como la falta de carbón en esta región, por no existir los terrenos correspondientes. Sin embargo el tal hiato no excluye la posibilidad de encontrar petróleo, y si bien no pretendo con eso despertar grandes esperanzas, entiendo que la prospección racional ha de reservarnos agradables sorpresas.

Donde tiene importancia la edad de los depósitos existentes, aunque se trate de un punto insuficientemente estudiado en el país, es en lo que se refiere a propiedades de las aguas subterráneas. Es este un tema muy complejo que no puede desarrollarse convenientemente en un trabajo de esta clase, y por lo tanto pasaré al estudio de los grupos citados.

Grupo N.° I

ROCAS PRIMITIVAS

No es mi intención la de especializarme aquí en el estudio de las rocas *cristalinas,* prefiero ser más extenso cuando se trate de la serie sedimentaria, ya que el estudio de las primeras requiere aparatos y colecciones de las que se carece en nuestros pequeños laboratorios liceales; sin embargo, es tan interesante y variada la litología de esta región, que no puedo resistir al deseo de citar los parajes donde aparecen estas rocas y dar una que otra explicación al respecto.

Las rocas cristalinas son visibles en los puntos siguientes: Costa del río de la Plata desde la ciudad de la Colonia hacia el este de la misma y en las islas del citado río; sirven a menudo de lecho a los arroyos, y afloran también de trecho en trecho tierra adentro.

Las rocas de estructura granítica se explotan o se han explotado en los puntos siguientes: Canteras del Minuano (mapa I punto 3), Canteras del Riachuelo (mapa I punto 5), las de Burgueño, adquiridas hace poco por los señores A y J. D. Geymonat al señor Eduardo Moreno, padre, (mapa 1 punto 7 y mapa 2 punto 1); la del Municipio (mapa 1 punto 8 y mapa 2 punto 2); la de Piedras de los Indios (mapa 1 punto 8a); las de las islas de Hornos (mapa 1 punto 8.a); las de las islas de Hornos (mapa 1 punto 9); las del Cerro, en Carmelo (mapa 1 punto 17); las de Conchillas (mapa 1 punto 16)...

Hago notar que los mapas que acompaño son de exactitud relativa, particularmente el número 2 que resulta de una ampliación de un mapa gentilmente prestado por la Inspección Técnica Departamental; en cuanto al mapa número 1 es reducción de mapa corriente. Es de lamentar la falta de mapas topográficos exactos de gran escala y con curvas de nivel, condiciones "sine qua non" para establecer un buen mapa geológico del país.

Cuando la roca es francamente granítica y de grano fino, se hacen generalmente con ella adoquines y cordones de vereda que se emplean en el adoquinado de las ciudades del departamento o se exportan a la Argentina. Algunos propietarios han empleado esta roca como postes de alambrado por resultar más duraderos y menos costosos que los de madera.

Esta roca existe en muchos puntos del departamento y no se explota, generalmente por falta de comunicaciones. Su utilidad es incontestable para el adoquinado de las poblaciones, empedrado de las futuras carreteras y toda clase de construcciones.

A menudo la roca pierde el carácter granítico por variar la disposición de sus elementos constitutivos y se presenta entonces bajo forma de *gneis*, roca impropia para ser trabajada, la que se explota sin embargo bajo forma de pedregullo, utilizado en la construcción de caminos, o bien se exporta a la Argentina donde se emplea, preferentemente, en la construcción de vías férreas.

Un ejemplo de variación de la roca se nota particularmente en la cantera de los señores Geymonat, de donde se extrajo, hace años, un gneis *biotítico* oscuro, más duro que el mismo granito, el que fué empleado en el adoquinado de algunas calles del puerto de esta ciudad; el gneis actual es completamente diferente del que se halló entonces; su aspecto es más claro, veteado, de dureza igual al anterior pero más quebradizo (fotografías 1, 2, 3, 4, y 6).

En esta misma cantera se observa un caso típico de descomposición de la roca cristalina. Del lado norte de la misma (fotografía 2) existe un perfil dejado por las extracciones anteriores, en cuya parte superior y debajo de una capa humífera muy delgada se hallan unas camadas de cantos rodados cuarzosos de varios colores, tan bien torneados que parecen salir de manos de algún lapidario; su tamaño no excede nunca el de un nuevo de gallina. El espesor de las camadas no pasa de 0.50 metros, y hago notar que la altitud de ese lugar es de más o menos 25 metros.

Estos cantos rodados son los testigos de un río que antaño

tenía su lecho en este punto, donde corría directamente sobre la roca cristalina. En la fotografía número 2 se notan las camadas en la parte superior, apareciendo algunos cantos rodados como puntos blancos.

Inmediatamente por debajo de los cantos rodados se divisa una faja negra de unos 3 metros de espesor superpuesta al gneis, de color más claro. Esta faja negra es la parte descompuesta por la acción química de las aguas de infiltración; su consistencia es terrosa, su color gris, y contiene pedazos de cuarzo de tamaño variable y algunos de feldespato. Este gneis descompuesto se utiliza como balasto en la construcción de caminos. La fotografía número 3 es un detalle de la fotografía 2; en ella se nota mejor la diferencia. En cuanto a las fotografías 4 y 6, representan bloques de gneis con sus característicos dibujos veteados.

El punto citado es, para los estudiosos, sumamente interesante, tanto por existir allí testigos de un antiguo río, como por los fenómenos siguientes: infiltración de agua en la roca cristalina, descomposición de la roca y variación en cuanto a estructura y aspecto.

La roca de estructura granítica existe, como se ha dicho, en muchos puntos, y ofrece a veces caracteres dignos de referir.

Es conocido de todos, en la parte sur de la República, el aspecto de fortalezas derrumbadas que ofrecen los cerros de piedra de nuestros campos. Los viajeros que vienen de Montevideo pueden notar su presencia, en ambos lados de la vía férrea, al penetrar en el departamento, en la región comprendida entre las estaciones de Cufré y de Colonia Suiza. Muchas personas se preguntarán con asombro a qué se deben estas formas fantásticas que, generalmente tienden a la esférica o a la ovoídea.

La contestación es la siguiente: por efecto de la contracción de la corteza terrestre, las rocas duras se rajan, y el agua, conjuntamente con otros agentes, obra a continuación sobre los cantos desgastándolos por varios fenómenos, particularmente los de erosión y disolución.

En un trabajo publicado en la Revista del Instituto Agro-

nómico (año 1915, ver Bibliografía) el doctor Carlos Walther ha muy bien explicado las razones de la disgregación de tales rocas. (1)

A título de ejemplos citaré a continuación algunos de los puntos más interesantes.

Cerca del paraje llamado Paso Hondo, del arroyo San Luis (mapa 1 punto 20); hay un campo sembrado de altas piedras ora aisladas, ora agrupadas. El arroyo citado se desliza sobre un lecho de piedras que ofrece el aspecto de un ventisquero por lo pulido de la roca. De cada lado del arroyo se hallan moles de piedra, una de ellas llamada "la piedra alta", de dimensiones colosales. Es este un paraje sumamente hermoso que conocen bien los vecinos de Tarariras por haberle elegido como punto de reunión para sus fiestas campestres.

Más al norte, cerca del Paso del Hospital, (mapa 1 punto 19) el arroyo del Cerro de las Armas se abre paso entre la roca granítica por un desfiladero muy pintoresco.

Más cerca de Colonia y en las inmediaciones de la cantera de los señores Geymonat, en el paraje llamado Paso del General (mapa 1 punto 7 a), la roca aflora presentando en ciertos puntos concavidades llenas de agua. Estos huecos perfectamente redondos o óvalos tienen sus bordes lisos y parecen haberse producido, o cuando menos principiado, en otros tiempos, por algún fenómeno parecido al que ocasiona las llamadas *marmitas de gigantes,* y siguieron ahuecándose por el otro fenómeno de disolución de los elementos menos resistentes. En efecto, no se notan en los huecos las piedras características de las "marmitas", pero no es probable que la acción disolvente del agua haya bastado para efectuar concavidades tan regulares, si bien es cierto que la roca en este punto es más bien pegmatoide, con grandes cristales de feldespato, componente menos resistente que el cuarzo.

De cualquier modo, es este, otro sitio interesante que reco-

---

(1) Como dije anteriormente, el presente trabajo es viejo de, por lo menos, dos años; desde entoncos he realizado varias excursiones y conseguido varias fotografías muy interesantes de las rocas de la región Este del departamento, llamada La Sierra, que no se publican en este trabajo por no alargarlo indefinidamente.

miendo a los estudiantes como ejemplo de desgaste de la roca granítica.

La ciudad de La Colonia está situada sobre una península análoga a la de Montevideo (mapa 2) ; y, en los dos extremos de la misma, llamados Puntas Santa Rita y San Pedro, aflora también la roca bajo forma de gneis biotítico compacto y de superficie redondeada por la acción de las aguas del río; pero, en la entrada situada entre las dos puntas citadas, el aspecto de la roca cambia totalmente. Se trata de un gneis plegado, hojoso, si bien de hojas espesas, el que técnicamente se clasifica en el grupo de las rocas *dinamo-metamórficas.* Parece que el gneis de las dos puntas haya obrado sobre el del centro a modo de tenaza antes del endurecimiento y, como consecuencia, quedó este último aplastado en forma de hojas de un gran libro.

En el punto 8 (mapa 2) se presenta de nuevo esta roca (fotografía 5) ; pero las hojas son allí más espesas y bien separadas, notándose de modo más perfecto la perpendicularidad de las vetas gneísicas a las caras planas del hojaldre. Estas son generalmente de color rojizo, a veces muy subido, y al separarlas aparecen "*dendritas*" tan hermosas, que, a primera vista, parecen ser improntas de musgos o de helechos; tanto el color de las superficies planas de la roca, como estas formas arborescentes, son debidas únicamente a infiltraciones de óxidos metálicos (hierro y manganeso). Quedan pues prevenidos con esta explicación los jóvenes aficionados a investigaciones paleontológicas.

El mismo *gneis esquistoso* se halla también del lado norte de la ciudad (mapa 2, punto 9), así como en la isla San Gabriel y todo a lo largo de la costa del río de la Plata, desde Colonia hacia el este, donde no haya barranca ni médanos.

Se sabe que esta costa tiene un aspecto característico de repetidos semicírculos entrantes. De Nueva Palmira hasta el punto 9, mapa 2 alternan los médanos con las barrancas más o menos resistentes; pero, desde Colonia hacia el este, no vuelve a aparecer la costa barrancosa hasta después del Arazatí (departamento de San José): Sigue la barranca unos 4 o 5 kilómetros hacia el este y continúa un médano

que va hasta las barrancas de San Gregorio del mismo departamento. Pues bien, en todo el largo de la costa no barrancosa alternan los médanos con las puntas rocosas ocupando las concavidades de los semicírculos citados los primeros, mientras que las puntas de la costa son a base de roca gneísica pizarrosa. Por lo demás, parecida morfología tiene la costa en el departamento de Montevideo.

En estas rocas graníticas o gneísicas el color oscuro predomina por la abundancia de la *mica negra* o por su riqueza en *anfíbol,* en este útlimo caso la roca ofrece un aspecto más o menos verdoso. Las partes claras son debidas a impregnaciones de cuarzo, sobre todo en el gneis, o a grandes cristales de feldespato en los *granitos pegmatoides.*

En ciertos puntos la roca es verdadera *pegmatita,* y sus componentes están tan bien separados que a veces se puede explotarlos individualmente, tal como ocurrió en el Reducto (mapa 1, punto 6); de cuyo punto poseo hermosos cristales de *berilo,* algunos de gran tamaño. Los cristales de *turmalina* aprisionados por el cuarzo, y la *pegmatita gráfica* no son tampoco raros.

Puesto que he abordado de paso el punto de vista mineralógico, diré que hay en este departamento una gran variedad de minerales, cuya riqueza, en cuanto a cada yacimiento, necesitaría estudios especiales. La sociedad Mulhall - Assandri de esta ciudad ha registrado y explota en pequeña escala varios yacimientos, entre los que puedo citar: la mina "La Francia" situada en el Quintón (mapa 1 punto 4); que contiene *óxido de hierro, asbesto* muy duro, *ópalos* de varios colores y diversos *silicatos metálicos* más o menos hidratados; la mina "Mulhall" situada más allá del arroyo San Juan antes de llegar al Paso del Pelado del arroyo Miguelete, (mapa 1, punto 10), donde se extrae un *bióxido de manganeso* algo impuro; muy cerca del mismo punto se explota un *grafito* bastante duro, utilizado, se me dice, en pintura; un poco más al norte, cerca del mismo arroyo encontramos la mina "Portugués" donde se extrae y beneficia en la elaboración de cal una roca calcárea verdosa que avecina con *minerales metálicos;* más al norte todavía, la mina "Gregoria" que contiene *óxidos de hierro.*

No muy lejos de los parajes citados (mapa 1, punto 15); el señor M. Narancio explota un *talco* en ciertos puntos muy puro.

Cerca de la confluencia del arroyo San Juan con el Miguelete (mapa 1 punto 11); se halla otra *caliza* que se explotó en otros tiempos.

En la región de Colonia Suiza, al sur del cerro Campana, y muy cerca del cerro Lebas, se explota una roca *marmórea* de color verdoso o rosado (color carne).

No me extenderé sobre esta parte mineralógica que puede ser objeto de un estudio especial y ulterior, y diré simplemente que mi envío N.° 3 de Noviembre 1921 dirigido al señor Decano de la Sección de Enseñanza Secundaria y Preparatoria para el Museo de la Sección, contenía minerales de la región, entre los cuales varios de los que se acaban de citar.

Pero volvamos a las rocas fundamentales. Además de las diferentes variedades de granito y gneis citados anteriormente, he hallado, en ciertos parajes del departamento, una roca *esquistosa* idéntica a la que se halla en el cerro de Montevideo, en la pendiente que va al muelle de pasajeros. La he hallado también cerca del Paso de Sena (mapa I, punto 14) sobre el arroyo Miguelete, donde se presenta bajo forma de hojas o de prismas paralelepípedos de color gris algo verdoso que producen un sonido especial al ser golpeados con un hierro.

En el punto 18 mapa 1, de cada lado del camino que va al Cerro de las Armas, las piedras esquistosas levantadas tectónicamente se presentan bajo forma de dos barreras en dos líneas paralelas y distantes de unos 300 metros. He vuelto a encontrar la misma roca en la Bahía de Colonia cerca de la isla San Gabriel, en tiempo de ligera bajante, donde ofrece el mismo aspecto de empalizada irregular, y constituye arrecifes a flor de agua.

También se hallan en el departamento las rocas *pizarrosas* a veces muy arenosas. Fueron empleadas durante mucho tiempo bajo el nombre de "losas" para construcción de veredas locales antes de usarse las baldosas sílico-calcáreas. Estas pizarras imperfectas se encuentran en la región de San Juan; pero, he podido observar un afloramiento cerca de Colonia en

el campo de los señores Geymonat, no lejos de la cantera ya citada.

En el paraje llamado "Las Quintas" (mapa 2, punto 10) en medio de diversas piedras traídas allí durante la Epoca Colonial con el fin de edificar muros secos, he hallado dos grandes piedras francamente eruptivas del tipo *traquita*, que contienen numerosos y pequeños cristales de color granate. La procedencia de estas piedras me preocupó mucho, pues si son de la región, permitirían el estudio de fenómenos eruptivos no muy antiguos. Hasta hoy no he podido resolver la incógnita, por lo tanto me inclino a creer, por ahora, que fueron traídas desde muy lejos probablemente del norte de la República o de algún punto del Brasil o de las Canarias.

Antes de terminar estas breves notas del "Grupo 1", presento una fotografía N.° 7 en la que aparece una piedra suelta, parada exprofeso, en una de cuyas caras se notan depresiones de dibujos variados. A mi entender se trata del trabajo de una especie de *molusco litófago*, probablemente el *Lithophagus platensis* (Philippi) o el *Lithophagus patagonensis* (d'Orbigny). He encontrado estos dibujos en varios lugares; pero, los bordes desgastados por la acción del agua y de la arena no permiten distinguir bien los huecos característicos que dejaron estos animales en las rocas durante los mares Terciarios.

Esta piedra que es alóctona en el sitio fotografiado, fué transportada allí a los fines de edificación; pero, repito que he hallado los mismos dibujos en rocas horizontales "in situ", generalmente en el gneis.

A pesar de lo dicho, hago notar la semejanza que parecen tener estos dibujos con los de *Sven Hedin* sobre "*Jardangs*", que publica Emile Haug en el primer volumen de su "*Traité de Géologie*".

Por las razones expuestas al principio de este capítulo, daré por terminados los datos referentes al Grupo 1.

EXPLICACIÓN DE ALGUNOS TÉRMINOS

Este capítulo, que puede parecer ocioso a los entendidos, es, a mi juicio, indispensable para que los lectores y particularmente los estudiantes insuficientemente iniciados en el conocimiento de ciertos términos, puedan sacar de estas notas el mayor provecho posible. Por lo demás me limitaré a muy pocas explicaciones.

Loess — Es bien conocido el proceso de disgregación de las rocas bajo la acción de los agentes dinámicos externos: agua, aire, temperatura y organismos. El primero de todos, el agua, ese gran nivelador y no menos poderoso agente de transporte, fué y será siempre la condición "sine qua non" de toda formación sedimentaria. Las materias que el agua lleva en "suspensión", al precipitarse en el fondo por efecto de la gravedad, forman lo que se llama un depósito o sedimento. Toda la serie sedimentaria se originó de modo análogo. Ahora bien; es sabido que estos depósitos tienen la particularidad de disponerse siempre bajo forma de capas o estratos horizontales y paralelos entre sí. Posteriormente a su formación, dichos depósitos pueden sufrir la influencia de dinamismos que lo vuelven más consistentes o que alteran su horizontalidad. En este último caso se originan nuevos huecos donde nuevos sedimentos se depositarán a su vez, obedeciendo a las mismas leyes que los anteriores. Pero, horizontales o no, consistentes o no, los depósitos siempre conservarán rasgos de estratificación.

Ahora bien, en ciertas regiones de la tierra se han encontrado terrenos que no presentan tal disposición: Se trata de una masa más bien homogénea, compuesta de arcilla, arena, y carbonato de calcio, a veces de gran espesor, donde no se ve ninguna traza de estratificación.

En el valle del Rhin se encontró un limo calcáreo de esta clase que los alemanes llamaron "*loess*".

Para explicar su formación nacieron varias teorías; unos geólogos atribuyeron el loess a masas barrosas dejadas por las crecientes de grandes y antiguos ríos, otros dijeron que se trataba del barro de la morena frontal de un inmenso ventisquero,

hasta que F. von Richtofen sentó la teoría más aceptada hasta hoy. Según dicho autor, el loess no es sino el amontonamiento, en una región dada, de finas partículas de rocas disgregadas y transportadas allí por el viento. Esta teoría lleva pues el nombre de teoría eólica.

El loess existe en muchos puntos del globo, si bien su importancia varía según los lugares. Se presenta en Holanda, Bélgica, norte de Francia, Estados Unidos, Persia y sobre todo en China en el valle del río Amarillo (Hohang - Ho), donde lo estudió el citado autor. Allí dice Richtofen, el loess, llamado "hoang - tu" (tierra amarilla), llega a tener en ciertos parajes un espesor de 600 metros. Los Chinos cultivan la parte superior del suelo y cavan sus habitaciones en el subsuelo, lo que indica que su consistencia es suficiente para ser trabajado, así como suficiente su impermeabilidad para permitir vivir en él. Además el loess es de color rojizo en la parte superior y blanquecino por debajo, esto se debe à la acción de las aguas de lluvia que al infiltrarse disuelven los elementos calcáreos, que son muchos, los que se condensan formando concreciones alargadas e irregulares llamadas "niños del loess" característicos de la parte sub - superior. En la parte inferior de la formación el calcáreo precipita en masas toscosas y la roca presenta entonces un color completamente blanco: Otro carácter del loess es la ausencia de piedra a no ser pequeños granos de arena.

Ahora bien, si he insistido sobre el término loess, es debido a las opiniones de ciertos geológos que califican de loess antiguo a toda la formación *Pampeana* de nuestro continente, de manera que toda la serie sedimentaria del cuadro 1 (Grupos 2 al 7) no sería otra cosa que una sucesión de formaciones loéssicas.

A su debido tiempo expondré mis observaciones al respecto.

Transgresión — Llámase así todo movimiento de avance del mar. En principio el mar no asciende, si bien su nivel parece variar; en la realidad es la superficie de la tierra que se eleva o desciende en relación con el mar, debido a las presiones internas y externas que obran sobre su corteza.

Por efectos de tales fuerzas la horizontalidad de los sedi-

mentos queda alterada, se producen concavidades y convexidades que pueden tener grandes proporciones tanto en altura como en extensión. Al producirse un hueco más bajo que el nivel del mar, inmediatamente queda invadido por el agua, y sus habitantes. Estos fenómenos se estudian en Geología en la parte de esta ciencia llamada "Tectónica".

Regresión — Es el movimiento contrario al anterior. Por efecto de las fuerzas precitadas los depósitos anteriormente cubiertas por el agua emergen, abandonando esta última, al retirarse de las concavidades, cantidad de seres que perecen al faltarles su elemento.

Con estos tres fenómenos: transgresión, sedimentación y regresión terminó la formación de un piso marino al que reconocemos por sus fósiles y sus caracteres estratigráficos.

A continuación puede formarse, por encima del anterior, un piso terrestre, por los aportes del viento y otros agentes de transporte, el que a su vez tendrá sus fósiles y sus caracteres litológicos. A cualquier momento y a intervalos irregulares los mismos fenómenos de transgresión y de regresión pueden repetirse, como no han cesado de hacerlo desde la solidificación de la corteza terrestre.

Con estas breves explicaciones el lector a quien me referí al encabezar este capítulo, estará en condición de aprovechar mejor el contenido de estas notas.

FORMACIÓN PAMPEANA

GENERALIDADES

En la primera versión de este trabajo, en 1922, había adoptado una división basada, en gran parte, sobre las clasificaciones de Florentino Ameghino.

A los efectos de publicación, estas notas obraban entonces en manos del señor Decano de la Sección de Enseñanza Secundaria y Preparatoria, quien las sometió a la apreciación del malogrado profesor de Mineralogía de la Sección, Ingeniero Agrónomo Luis Migone.

Al enterarse del contenido, el señor Migone las confió al

profesor de Geología del Instituto Agronómico doctor Carlos Walther. Durante una entrevista que tuve con este profesor en su laboratorio del Instituto, el Dr. Walther me aconsejó la modificación de parte de mi exposición, en mérito a publicaciones más modernas, para mí ignoradas, a lo que accedí gustoso dada la autoridad científica del citado profesor.

Desde entonces, tuve ocasión de conocer varias de sus obras, así como algunas del doctor Santiago Roth, jefe de la Sección Paleontología del Museo de La Plata, que me indujeron, no solamente a una sencilla modificación, sino a una refacción completa de mi primer trabajo.

La literatura científica de estos países es sumamente difícil de conseguir, tanto por su modo de publicación, como por el aislamiento en que nos encontramos, los profesores de los liceos del interior, de los centros de publicación y de especialización; de manera que la adquisición de dichas obras abrió nuevos horizontes a mi entusiasmo.

La división odoptada en esta nueva versión está, por consiguiente, más de acuerdo con los trabajos de Walther y sobre todo los de Roth, pero como muchos lectores están más enterados de la de F. Ameghino, me parece conveniente presentarles el doble cuadro N.° 2, donde podrán apreciar, en transparencia, la relación probable que existe entre las dos.

En la división de Ameghino hay una cantidad de pisos que se aceptan hoy con reticencias; además quedó demostrado, desde entonces, que la *Formación Entrerriana* era contemporánea del limo pampeano.

El lector no debe interpretar lo que antecede como una crítica al sabio argentino, para quien profeso la mayor y más sincera admiración, a pesar de sus arriesgadas teorías, y, en cuyas obras he bebido la mayor parte de mis entusiasmos de naturalista.

En el cuadro N.° 2, el espacio reservado a cada grupo de la división no tiene relación con el espesor del mismo; por ejemplo para los depósitos "Eopampeanos" fué necesario abarcar todos los pisos creados por Ameghino bajo una sola denominación, sin que esto quiera indicar que el espesor de tal grupo sea mayor que el de cualquier otro.

DIVISIÓN según FLORENTINO AMEGHINO

PERÍODOS	FORMACIONES	PISOS TERRESTRES	PISOS MARINOS
Reciente		Actual	
	Postpampeana	Aimarense	Aimarense
Pleistoceno		Platense	Querandino
		Lujanense	Lujanense
		Bonaerense	Belgranense
		cuspid.	
Plioceno	Pampeana	Ensenadense interm.	Ensenadense
		basal	
		Puelchense	Fairweatheriense
		Hermosense	Laziarense
Mioceno	Araucana	Araucanense	Rosäense
		Rionegrense	Rionegrense
		Mesopotamense	Mesopotámico
	Entrerriana	Paranense	Paranense
		hiato	hiato
Oligoceno		hiato	hiato
		Friasense	Arenaense
	Magallánica	Magallanense	Magallanense
	Santacruceña	Santacrucense	Superpatagonense
		Notohipidense	
Eoceno		Astrapotericulense	Leonense
	Patagónica	Colpodonense	Julianense
		Teckense	Camaronense
		Piroteriense	Sehuanense
			hiato
Cretáceo	Guaranitica	Astraponotense	hiato

Cuadro N.º 2

ERAS	PERIODOS	FORMACIONES	DEPÓSITOS	TRANSGRESIONES	GRUPOS
					7
			Actuales		
	Holoceno				6
Cuat.			Aluviales		
		Postpampeana			
	Pleistoceno		Diluviales		
				Serie Querandins	5
			Neopampeanos		
					4
	Plioceno		Mesopampeanos	Araucana	3
		Pampeana			
	Mioceno		Eopampeanos	Entrerriana	2
Terc.					
		Infrapampeana	Infrapampeanos		
			Santacruz		
	Oligoceno	Patagónica	Julianense		
			Teckense		
		Tobas de transición	Rocanense		
Sec,					

Al abordar el estudio de esta importante formación, confieso que me invade el temor de ser mal interpretado por el lector, y de parecerle demasiado absoluto en mis apreciaciones. Bien diferente es mi intención, pues mi sistema ofrece mayor comodidad para cualquiera modificación futura en la clasificación de nuestros terrenos.

A mi entender se necesitarán muchos años de estudios y de pacientes investigaciones antes de poder resolver el problema de la geología nacional: ni el aspecto litogénico de nuestros depósitos, ni los fósiles marinos, indican tan a las claras como en la Argentina el piso a que pertenecen. Esto se debe a que los mares pampeanos tenían sus límites nordeste en nuestro territorio, y por lo tanto habían de ofrecer, en una región más quebrada como es la nuestra, bahías y golfos de fauna algo diferente a la de los mares playos de allende el río.

Compenetrada de este axioma: que el principal argumento geológico es el fósil, la ciencia argentina edificó su división en pisos, teniendo a la vista las colecciones paleontológicas que le proporcionaron la investigación privada y sobre todo la oficial.

En nuestro país no se ha dado todavía principio serio a tales colecciones, y es indispensable juntar datos y ejemplares si se quiere iniciar una división de nuestros pisos, que bien pudiera diferenciarse de la de enfrente. Se notará que, en la división de Ameghino, muchos de ellos llevan nombres de localidades, por tener allí caracteres y testigos propios; lo mismo puede suceder en algunos puntos de nuestro territorio y, puede hacerse necesaria la creación de nuevos pisos con denominación adecuada; pisos que encontrarán su lugar correspondientes en los grupos adoptados en este trabajo.

Hace más o menos un siglo, tanto Darwin como D'Orbigny visitaron estas regiones y citaron en sus obras varias de nuestras localidades. Desde entonces él, por así decir, único autor que haya publicado algo de interés sobre geología nacional es el Dr. C. Walther anteriormente citado, si bien los trabajos de dicho profesor se refieren particularmente a la geología litológica, por no disponer probablemente de material paleontológico suficiente. Debe reconocer que el Dr. Walther

cita en sus obras varios yacimientos de fósiles que son objeto de estudio en estas notas; unos me eran conocidos antes de enterarme de sus trabajos, y otros fueron visitados por mí después.

Como quedó dicho anteriormente, con esta contribución no pretendo resolver problema alguno, pero, sí, aportar mi modesto grano de arena a la naciente geología nacional. Mis investigaciones datan de 1912, a los pocos meses de hacerme cargo de las clases de Historia Natural de este Liceo y, estas notas son el producto de excursiones privadas, realizadas, en su mayoría, durante la impropia temporada de las vacaciones estivales.

Sin perjuicio de la faz económica, en esta clase de actividades no se puede ir muy de prisa; tanto en la recolección de datos y de fósiles, como en la coordinación de este trabajo, fué como nunca aplicado el viejo consejo francés "Vingt fois sur le métier reprenez votre ouvrage". Con estas palabras queda explicada mi tardanza en publicar estas notas.

Dicho lo que antecede daré principio al estudio de los depósitos marinos de la formación Pampeana.

Grupos N.º 2 y 3

TRANSGRESIONES ENTRERRIANA Y ARAUCANA

En varios puntos de departamento, aparecen unos depósitos marinos sino idénticos, por lo menos muy parecidos entre sí, tanto en lo que se refiere a aspecto litológico, como a fósiles. Por el momento incluiré su estudio en un mismo capítulo, si bien los del grupo 3 deberían separarse de los del N.º 2, los que, a mi parecer, no son tampoco completamente sincrónicos entre sí.

Sigue a continuación su enumeración, yendo de la ciudad de Colonia hacia el norte para los del grupo 2 que son nueve:

1.º — Ciudad de Colonia (mapa 2, punto B 6).

2.º — Nordeste de la ciudad de Colonia (mapa 2, puntos B1, B2, B3, B4, B5).

3.º — Barranca del Río de la Plata, región del arroyo Caño (mapa 1 punto D).

4.º — Barranca del Río de la Plata, región del arroyo San Pedro (mapa 1 punto)

5.º — Barranca del Río de la Plata, región del arroyo San Juan (mapa 1 punto I).

6.º — Suroeste de Conchillas (mapa 1 punto K).

7.º — Desembocadura del arroyo de Las Víboras (mapa 1 punto L).

8.º — Punta Gorda, parte inferior (mapa 1 punto LL).

9.º — Punta Gorda, parte superior (mapa 1 punto LL).

Del lado este de Colonia citaré los depósitos N.º 10 situados en la boca del arroyo Sauce (departamento de San José) costa del Río de la Plata.

Depósitos N.os 1 y 2. — Los depósitos del N.º 2 están situados de cada lado del Bañado de la Caballada (B1, B2, B3 al este, B4, B5 al oeste). En ellos he hallado los fósiles siguientes:

Ostrea patagónica d'Orbigny, láminas I y II, figuras 1 y 2.

Ostrea alvarezi d'Orbigny.

Ostrea puelchana Borchert.

Trophon aff. geversianus Pallas, lámina II, figura 3.

¿*Myochlamys paranensis* d'Orbigny? lámina II, fig. 4.

Balanus aff. trigonus Darwin, sobre las ostras o en pedazos sueltos.

Muchas ostras están perforadas por moluscos litófagos, probablemente por *Lithophagus platensis* Phil. ya citado.

La forma de las ostras varía así como su tamaño y, siento no poseer una literatura adecuada que me hubiera permitido, con toda probabilidad, citar otras especies de ostras fósiles del grupo de depósitos N.° 2.

En el B1 se han hallado algunos restos de huesos de *mamíferos* que fué imposible clasificar por haberlos arrojado los obreros y recuperado sólo un pequeño trozo insignificante.

En principio, se puede decir que estos depósitos no son sino grandes bancos de Ostreas patagónicas, sea unidas por un cemento calcáreo, o bien sueltas dentro de una marga de color amarillento y de consistencia terrosa; estos fósiles son de especial tamaño en B1, cuyas excavaciones están situadas detrás del perfil citado en la parte referente a la cantera, punto 1, mapa 2.

Las ostras que se benefician para hacer cal, forman un banco situado a una profundidad de 4 a 5 metros, cuyo corte es el siguiente (ver fotografías 8 y 9): una delgada capa humífera superficial, que penetra paulatinamente, y se pierde en una arcilla roja loéssica, que alcanza a tener de 2,80 metros a 3 metros de espesor; debajo del loess, blanquecino en su parte inferior, se halla una arcilla amarillo-verdosa que contiene arena muy fina; esta arcilla tiene 1 metro 50 de espesor y presenta, a veces, capas delgadísimas de tierra negruzca, así como algunas concreciones toscosas de tamaño reducido. En fin, a la profundidad citada de 4 a 5 metros, que es naturalmente variable según los sitios, ya que la explotación ha llegado en la actualidad a la parte superior de la loma, se halla el banco de ostras cuyo espesor varía de 0 m. 70 a 1 metro, llegando pocas veces a pasar de esta cantidad.

La parte superior del banco está formada por una especie de techo calcáreo, que se nota muy bien en la fotografía 8; techo que aprisiona conchas de tamaños menor y cuya consistencia es tal que los obreros tienen que romperlo a marronazos para poder llegar a las ostras más sueltas colocadas de-

bajo, las cuales se separan con relativa facilidad de la marga citada.

La parte inferior del banco tiene también, a veces, un piso calcáreo de consistencia análoga al techo, aunque menos resistente, el que descansa directamente sobre la roca primitiva (gneis) y tiene, a menudo, un color rojizo debido a infiltraciones ferríferas. El color de este piso contrasta entonces con el color blanco de las ostras que se acentúa cuando han sido despojadas de la marga que las rodea y rellena. A este efecto, el contratista hace llevar los fósiles extraídos, a la parte superior de la loma, donde se exponen, bien desparramados, al sol y a la lluvia. Una vez limpia hace amontonar las ostras (fotografías 10 y 11) las que se llevan, a medida de las necesidades, a los hornos que funcionan de un modo contínuo, gracias a una disposición alternante de una camada de ostras y otra de carbón desmenuzado y humedecido. Se obtiene así una cal bastante pura, la de principal aplicación en nuestra ciudad. Actualmente la explotación está paralizada.

Es difícil estimar la altitud de estos depósitos, ya que se carece de mapas hipsométricos, pero ha de oscilar entre 10 a 15 metros sobre el nivel del río.

En el punto B 2 las ostras patagónicas son más pequeñas; su altitud decrece algunos metros, puesto que basta una pequeña creciente de la laguna para que se inunde el banco. Tampoco se explota actualmente y es de sentirse porque es allí donde he hallado particularmente el Pecten citado (Myochlamys).

La explotación de los depósitos B 3, B 4, y B 5 también quedó interrumpida. De los dos puntos últimos no hay nada particular que decir, sino que su altitud es todavía menor que la anterior, habiendo, a mi parecer, una diferencia de nivel de 8 metros entre los puntos extremos o sean B 1 a B 5.

Los depósitos B 4 y B 5 están situados en una depresión del terreno a la orilla de la laguna, y descansan sobre las rocas cristalinas que se explotan también en B 5 (mapa 1 punto 8).

En 1923 en ocasión de la excavación de un pozo que se practicaba en busca de agua en el solar que ocupa la esquina sureste de la avenida General Flores de esta ciudad con la avenida General Artigas, constaté la presencia de un banco de caliza fosilífera a la profundidad de 4 metros 20 desde el nivel del suelo. La circunstancia de haberse abandonado la excavación al dar con el banco, me impidió tomar más datos. Sin embargo conservo un pedazo de esta caliza que, en mucho se parece a la del techo superior del banco anteriormente citado y que, está formada por pequeñas ostras y restos de las mismas, sólidamente pegados unos a otros con un cemento calcáreo y arenoso. Este depósito (mapa 2 punto B 6) es, indudablemente, una prolongación de los anteriores y si lo cito aquí, es para prevenir a los interesados en futuras excavaciones. Sin embargo años pasados el Instituto de Geología y Perforaciones hizo efectuar trabajos a 200 metros de allí, con el fin de proveer de agua al Hospital de esta ciudad y, aunque las perforaciones se hayan proseguido con bastante insistencia, hasta y dentro de la roca cristalina, no tengo conocimiento de que se haya dado con la tal caliza.

Para terminar con estos depósitos diré que la altitud de este banco es muy inferior a la de los cinco anteriores, pues apenas si llega en el B 6 a 3 metros por encima del nivel del río.

Depósitos N.os 3, 4 y 5. Estos depósitos son visibles a lo largo de la barranca que socava el Río de la Plata, la que sigue sin interrupción, desde la parte este de la desembocadura del Caño hasta la barra del San Juan (mapa 1 punto D, H, I.).

Esta barranca es casi rectilínea, con pocas escotaduras, producidas por las desembocaduras de los Arroyos Caño, Chileno, San Pedro, Cañadas La Negra y Totora, Aguada de los Ciervos y una que otra bajada hecha por el hombre para llegar al río. Su altura es más o menos regular y oscila entre 7 y 10 metros, no pasando casi en ninguna parte de esta cantidad.

En la parte superior se advierte la tierra vegetal humífera que penetra en un limo ora loéssico o bien pampeano

todo a lo largo de la barranca. Este limo va pues hasta el banco calcáreo, y su espesor varía de dos a tres metros, alcanzando en ciertos puntos de 8 a 9 metros, como ocurre al oeste de la desembocadura del Chileno.

Al este de la bajada de San Pedro, infrapuesta a 2 metros de limo rojo, se halla una arenisca rojiza de 1 metro 50 50 de espesor y de tan poca consistencia que se puede desmenuzar con los dedos. Esta arenisca está atravesada en sentido vertical por numerosas infiltraciones calcáreas de forma foliáceas, que permiten a las aguas venidas de la parte superior, en tiempo de lluvia, formar un vacío alrededor de ellas al desgastar la arenisca.

Otras veces, como ocurre al este del Caño, hay debajo de 3 metros de limo rojo una formación toscosa maciza, de unos 2 metros de espesor que la acción demoledora de las olas del río desmorona y hace caer sobre la arena de la playa. bajo forma de grandes bloques. Al hablar de la Bahía de Colonia se darán más detalles sobre esta tosca.

Cualquiera que sea su aspecto, debajo del loess arcilloso, arenoso o toscoso, se halla una arcilla calcárea de color blanco verdoso, especie de marga, la que falta sin embargo en la bajada de la estancia San Pedro, donde su color se conserva más rojizo. Es debajo de esta marga que encontramos el banco fosilífero de consistencia rocosa, a extremo de que en el establecimiento del señor Aaron de Anchorena, en la Barra de San Juan, ha sido empleada la piedra en la construcción de edificios, puentes, etc. Su espesor es variable, desde 0 metro 25, que tiene del lado este, hasta 2 metros y más, que es la que alcanza a tener entre las Cañadas Totora y La Negra. En este sitio las aguas de infiltración al atravesar el loess, se enriquecen en óxidos de hierro y tiñen de rojo la superficie del banco calcáreo, infiltrándose, a continuación, en cualquier grieta de la caliza.

El banco lleva apresado en su parte superior, una camada de innumerables fósiles, casi todos moldes internos de pequeños *Veneridae* que no he podido clasificar aún. Esta capa se extiende más o menos todo a lo largo de la barranca. Un poco debajo los fósiles son:

Chione muensteri = Venus muensteri d'Orbigny, lámina

III, figura 3, y el cemento que los rodea y rellena puede ser de dos colores, uno blanco, el otro gris pardo, aunque calcáreas los dos. El cemento oscuro se halla particularmente en los depósitos N.° 4. Los fósiles del cemento blanco son más difíciles de extraer porque el test no solamente forma cuerpo con él, sino que a menudo ha sido disuelto y vuelto a cristalizar, no dejando más que el molde interior que rodean algunos cristales de carbonato de calcio.

Además de las Venus muensteri, he hallado numerosos otros moldes de Venus parecidas a la *Venus navidadis* Philippi. Debo citar también la *Amiantis purpurata* Lamarck, abundante en muchos puntos, y cuyo test ha sido relativamente respetado. He hallado además unos pocos ejemplares de *Voluta nodulifera* = *Cymbiola nodulifera* Borchert.

En la misma formación y, sea envueltas por un cemento duro o despojadas del mismo por disolución de las aguas del río, he encontrado, siempre en la parte inferior de los depósitos, Ostreas patagònicas y otras especies de ostras. Recuerdo que entre la Aguada de los Ciervos y la Cañada La Negra, al querer extraer un hermoso ejemplar pegado a la roca, se rompió en tantos pedazos que perdió su interés; tenía 0 m. 25 de diámetro en la parte más ancha y su forma era casi circular; se trataba de la valva derecha o superior, vulgarmente llamada tapa. Tienen estas ostras un tinte amarillento, parecen diáfanas sin serlo y su color es algo ebúrneo, como si estuvieran impregnadas de grasa. Conservo algunos ejemplares y, a pesar de la falta de literatura, creo poder indicar que son *Ostrea hatcheri* Ortmann.

En la arcilla rojiza, citada al hablar de la bajada de la estancia San Pedro y a unos 2 metros debajo de la piedra calcárea fosilífera he hallado formaciones muy curiosas. Consisten en unas masas calcáreas también, blanquecinas, de cierta dureza, de forma esférica las más y ovoideas las otras y de tamaño que varían del de un puño al de una cabeza. Estas bolsas son fáciles de extraer de la arcilla y, al partirlas, presentan zonas concéntricas de crecimiento. Del exterior al interior se nota una capa de un centímetro de espesor más blanda que lo demás y que parece envolver el conjunto a

modo de ganga; el núcleo es más blanco y en el centro hay un hueco tapizado de cristales de carbonato de calcio. Se trata de un *geoda* calcáreo, cuya parte amorfa contiene a menudo dendristas de óxidos de hierro o de manganeso.

Ahora bien, más al norte de la desembocadura del San Pedro, donde el banco calcáreo es más potente, y debajo de la camada de pequeños fósiles citados se hallan numerosos y hermosos ejemplares de *Cardium robustum* Solander = *Cardium magnum* Reeve, lámina III, figuras 1 y 2, apresados en bolsas esféricas parecidas a las anteriores, aunque más duras y colocadas en el mismo banco calcáreo. Debido a la dureza de la roca es muy difícil sacarlos intactos, además se presentan generalmente bajo forma de moldes internos, por las mismas razones ya expuestas al hablar de Venus muensteri, y llevan casi siempre en su interior pequeños y numeros Veneridae; sin embargo he podido conseguir algunos ejemplares con restos de test. En cuanto a su color es naturalmente blanquecino si bien se tiñen a menudo de rojo por los óxidos de hierro, ofreciendo también las dendritas negras citadas.

En los depósitos N.° 5 los moldes de Cardium son más fáciles de extraer, ya que la roca que los rodea es de consistencia más deleznable. De estos he extraído también *Monophora darwini* Deshayes, equinodermo fósil que caracteriza bien la formación Entrerriana: Estos fósiles aparecen como rodados, lo que impide distinguir bien sus caracteres.

En los depósitos N.° 4, en el cemento calcáreo de color oscuro, he hallado, al romper unas piedras de caliza para retirar Venus muensteri, los fósiles siguientes: Un Cardium de tamaño chico, tal vez el *Cardium ameghinoi* Ihering; dos ejemplares diferentes del género *Cardita;* una especie de *Corbula* muy abundante: probablemente *Corbula pulchella* Philippi; numerosas *Natica isabelleana* d'Orbigny; *Balanus aff. trigonus* Darwin, y un ejemplar de ¿*Paludina*?

De otro pedazo de caliza ligeramente rojiza he extraído: Una *Oliva*, restos de *Turritella*, un ¿*Pseudotylostoma*?, *Tellina* abundante, *Natica* ya citada y varios otros fósiles sin clasificar aún.

El nivel ordinario de las aguas del Río de la Plata alcanza

la base de toda la formación calcárea. de manera que esta queda socavada en muchos puntos por el embate de las olas, desmoronándose bloques de piedras que caen dispuestos en hileras al pie de la barranca.

En tiempo de bajante, estas calizas derrumbadas son mucho más fáciles de explorar, y no es raro hallar cerca de ellas huesos de mamíferos fósiles, particularmente vértebras de *Megatéridos* y de *Cetáceos*, unas con su consistencia peculiar, otras completamente petrificadas.

Para terminar con este grupo de depósitos diré que al oeste del arroyo Chileno, debajo de la roca calcárea, hay una arcilla gris verdosa, bañada por las aguas del río, que presenta infiltraciones verticales de óxidos de hierro, de forma de raíces, con zonas concéntricas muy curiosas; esta arcilla descansa con toda seguridad sobre las rocas cristalinas.

Depósitos N.° 6. — Cerca de Conchillas, en la misma vía férrea de la empresa local, entre el cementerio y el puente, en un pequeño desmonte de la vía, se notan estos depósitos en ambos lados del mismo. La roca calcárea es allí muy deleznable y arenosa. Los fósiles son numerosos y variados; pero, unos, como las ostras, han conservado su dureza, y otros son poco consistentes y pueden desmenuzarse con los dedos. Las ostras son del grupo de la *Ostrea patagonica* d'Orbigny, pero de tamaño más reducido que las anteriormente citadas, probablemente *Ostrea alvarezi* d'Orbigny; los demás fósiles son *Venus muensteri* d'Orbigny, *Cardium robustum* Solander, *Myochlamys paranensis* d'Orbigny, dos ejemplares de *Cominella* (sp. ?), una *Imbricaria* (sp.?), dos *Rostellaria* (sp.?), un *Pseudotylostoma* (sp.?) y numerosas *Natica Isabelleana* d'Orbigny.

La presencia de grava y arena revueltas, en diferentes partes del banco, me induce a creer que ha habido arrastre en la formación de estos depósitos, cuyo espesor apenas si pasa de 0 m. 50, como tampoco es grande la extensión. En cuanto a situación, el banco está superpuesto a una roca cuarzosa, e infrapuesto a un poco de loess. En lo que se refiere a altitud, apenas si es de unos metros, ya que el desmonte tiene de 1 m. a 1 m. 50 por encima de los rieles, los que van a terminar a unos 3 kilómetros de allí, en un muelle relativamente alto (unos 3 metros).

He visitado estos depósitos una sola vez, y tengo la esperanza de poder estudiarlos, en breve, más detenidamente, pues me figuro que han de reservar muchas sorpresas en cuanto a variedades de fósiles. Por otra parte la región es sumamente interesante en cuanto a flora indígena, por lo que llamo la atención de los botánicos.

Depósitos N.° 7. — Al norte de la desembocadura del arroyo de las Víboras (mapa 1 punto I) a la orilla del gran médano fijo, y sobre una eminencia bastante elevada, situada a poca distancia del camino que va a Nueva Palmira, se encuentran estos depósitos, que son objeto de explotación en vista de la elaboración de cal. Se presentan bajo forma de un banco de caliza fosilífera muy dura y compacta, constituída por un conjunto de moluscos unidos por un cemento calcáreo resistente y arena. La altitud de este banco es más o menos la misma del grupo 8, que se estudia a continuación. En cuanto a su espesor, no pasa de 3 metros y es casi superficial.

El color de la caliza es allí blanco amarillento y los fósiles son difíciles de separar debido a la dureza de la roca, en gran parte cristalizada, y por tratarse de moldes internos. He podido conseguir restos de *Cardium robustum* Solander y de *Venus muensteri* d'Orbigny.

Depósitos N.° 8. — Punta Gorda está situada al sur de Nueva Palmira (mapa 1 punto LL). La región es muy quebrada y en su parte más alta (de 25 a 30 metros por encima del nivel del río) se ha erigido una pirámide a la memoria de los descubridores de esta parte de América.

A pocos metros de la pirámide empieza una fuerte pendiente relativamente practicable, si bien muy agreste y poblada de árboles indígenas. En el flanco de la barranca, se nota inmediatamente, que está formada por depósitos calcáreos muy ricos en fósiles, cuyo test ha desaparecido originando huecos alrededor de los moldes internos. La consistencia de la caliza es bastante grande, si bien menor que la de los depósitos N.° 7. Grandes bloques de la misma, que con el tiempo se han desprendido de los flancos de la barranca, yacen en la parte inferior, donde el río corre sobre un *limo rojizo*. El desmoronamiento de la barranca no permite ver a

qué altura de la misma principia el banco: En una próxima visita que tengo proyectada a ese lugar tan interesante, tanto del punto de vista científico como por lo pintoresco de la región, he de averiguar este dato con toda precisión. Cualquiera que sea su espesor, estos depósitos ocupan el corte de la barranca hasta unos 15 o 18 metros de altura por encima del nivel del río y están constituidos por una caliza, ya citada, formada en su mayor parte por: *Venus muensteri* d'Orbigny y *Cardium robustum* Solander.

Entre los Cardium, he hallado, algunos de forma más estrecha que el C. robustem. También he extraído una *Dossinia* (sp.?) de forma muy achatada, así como un resto de *Trophon* probablemente el *aff. geversianus* de los depósitos N.° 2 Además en la parte inferior de la barranca he hallado *Ostrea patagónica* d'Orbigny y otros moluscos del mismo género pero de diferentes especies, entre los que puedo citar *Ostrea puelchana* Borchert y algunas de las que abundan en los depósitos N.° 9; lo que demostraría que si los depósitos N.° 8 y N.° 9 tienen diferente carácter litológico, son vecinos por sus fósiles; es decir, que no existe separación completa entre ellos, sino más bien una especie de continuidad.

Depósitos N.° 9. — Estos depósitos están situados inmediatamente por encima de los anteriores, en una sola parte de la barranca, y a muy pocos metros de la pirámide. El banco es casi superficial y tiene poco espesor, unos dos metros a lo sumo. Además, no se trata allí de caliza sino de fósiles sueltos, innumerables, que se tocan unos con otros y parecen ocupar como una especie de bolsa; sin embargo no he podido constatar trazos de arrastre en sus bordes bien conservados.

Todos los fósiles son del género Ostrea, pero no me es posible indicar la clasificación exacta por lo variado de las formas. Parece predominar la *Ostrea puelchana* Borchert = *ostrea parasitica* Gmelin, sin embargo la más abundante es una que, en mucho se parece a *Ostrea longa* Philippi; otras son parecidas a la *Ostrea wilckensi* Ihering, *Ostrea adsociata* Philippi, etc.... Todos estos fósiles están en estudio y su clasificación definitiva no podrá ser dada sino en otro trabajo, sin embargo, llamo la atención sobre un ejemplar tan parecido a *Gryphaea burckhardti* Boehm, que, si no ha sido toda-

vía clasificada, bien merece ser llamada *Ostrea gryphoides,* así como sobre unos ejemplares que, por su forma podrían confundirse con *Ostrea ameghinoi* Ihering. Por la variedad de formas que se desprende de los parecidos invocados, los profesionales podrán darse cuenta de lo interesante que es este banco. Además sobre las ostras abunda un pequeño *Balanus* (Crustáceo).

Con toda seguridad la exploración de estos depósitos ha de proporcionar nuevas formas de fósiles que tienen que haber escapado a mi corta visita.

Depósitos N.° 10. — A principios de 1924 durante una excursión al departamento de San José, de la que tendré ocasión de hablar más adelante, puede constatar la presencia de un banco de *Ostrea madryna* Ihering (lámina III figura 5) a la orilla del Río de la Plata, en el paraje llamado Boca del arroyo Sauce (Boca de los Ceibos) en el lugar donde se proyecta establecer un puerto. El banco tiene apenas de 20 a 30 centímetros de espesor y está situado al nivel de las aguas del río, ocupando parte de la playa. Además de la especie citada se halla la *Ostrea puelchana* d'Orbigny y pequeños ejemplares de otras especies. Los fósiles están unidos por una marga de la que es fácil separarlos. Superpuestos a estos depósitos, hay un banco de arcilla arenosa de color verdoso de 0 m. 25 a 0 m. 40, por encima del cual se hallan unos depósitos marinos post-pampeanos de los que se hablará a su debido tiempo. Existen pues en un mismo lugar y separados por menos de medio metro de altura, los testigos de dos mares bien diferentes. Debo esta constatación al señor Zamalvide, vecino de San José, quien, por conocer muy bien esta hermosa región de la orilla del Río de la Plata, se ofreció gentil y desinteresadamente como cicerone en esta excursión.

Terminada la exposición de cada uno de los 10 depósitos marinos pampeanos, presento, a continuación, el cuadro N.° 3 en el que el lector podrá juzgar de un solo vistazo la correlación que existe entre ellos, en lo que se refiere a fósiles, cuya existencia se señala en cada depósito con una X.

CUADRO N.° 3

FÓSILES	DEPÓSITOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amiantis purpurata					X					
Balanus aff. trigonus		X		X					X	
Cardita sp.?				X						
Cardium ameghinoi				X						
Cardium angosto								X		
Cardium robustum				X	X	X	X	X		
Cominella sp.?						X				
Corbula sp.?				X	X					
Cymbiola nodulifera			X	X						
Dosinia sp.?								X		
Imbricaria sp.?						X				
Lithophagus platensis		X								
Monophora darwini					X					
Myochlamys paranensis		X				X				
Natica isabelleana				X		X				
Oliva sp.?				X						
Ostrea alvarezi		X				X				
Ostrea hatcheri					X					
Ostrea madryna										X
Ostrea patagónica	X	X	X	X	X	X		X		
Ostrea puelchana Borch.	X	X			X			X	X	X
Ostreas (formas diversas)									X	
Paludina sp.?				X						
Pseudotylostoma sp.?				X		X				
Rostellaria sp.?						X				
Tellina sp.?				X						
Trophon aff. geversianus		X						X		
Turritella sp ?				X						
Veneridae (chicas)				X	X					
Venus muensteri			X	X	X	X	X	X		
Venus aff. navidadis			X	X	X					

Con el cuadro N.° 3 a la vista, vamos a tratar de iniciar una clasificación de estos depósitos, a pesar de lo incompleto que resulta todavía la de los fósiles. Según F. Ameghino y **von** Ihering, Ostrea patagónica y Monophora darwini caracterizan la Transgresión Entrerriana (Formación Paranense) ocupando, la primera, la parte inferior y la segunda, la parte superior. En cuanto a Ostrea madryna es característica

de la Transgresión Araucana, más reciente que la anterior, la que equivale a Formación Araucana, Piso Rionegrense.

Partiendo de estos principios, resulta que los depósitos N.° 10 pertenecen a una transgresión más reciente que la de los demás depósitos, si bien mi opinión es que se ha exagerado el intervalo que las separa. A mi juicio se trata de dos movimientos que son casi contínuos.

Por otra parte, si bien no me atrevo todavía a separar definitivamente los 9 otros depósitos, cuyo conjunto y continuidad son más estrechos con relación al N.° 10, creo, sin embargo, que hay que establecer una división de la transgresión a que pertenecen en: basal, intermedia y cuspidal, tomando como base los fósiles que abundan en cada depósito y su distribución de abajo a arriba, lo que queda bien demostrado en algunos de ellos.

CUADRO N.° 4

DE LAS TRANSGRESIONES PAMPEANAS

TRANSGRESIONES		Depósitos marinos según Cuadro N.° 3										Fósiles característicos
Araucana											10	Ostrea madryna
Entrerriana	cuspidal . .					5				9		Ostrea puelchana y Monophora darwini
	intermedia .				4	5	6	7	8			Venus muensteri y Cardium robustum
	basal . . .	1	2	3	4	5	6		8			Ostrea patagonica

En cuanto a Ostrea hatcheri, es característica de la Formación Patagonica de Ameghino, formación muy inferior a la Entrerriana y, si no he sufrido ningún error al indicarla, implicaría que, algunos ejemplares han podido vivir hasta el principio de la Transgresión Entrerriana; o que en los depósitos 3 y 5 hay, en su base, vestigios de la formación precitada.

Es natural que este cuadro es el producto de una apreciación del momento, la que puede ser modificada en cuanto tenga mayores datos sobre estos depósitos o sus contemporáneos que se hallen en otros lugares que los mencionados. El lector no debe nunca olvidar que se trata aquí de un ensayo.

MURALLAS DE COLONIA

Es bien conocida la historia de esta ciudad, que fué fundada por los Portugueses en 1860, y no es este el lugar de repetir los numerosos sitios que tuvo que soportar. Quedan aún en las partes oeste y sur de la ciudad vestigios de las murallas que la defendían, las que constituyen motivos de curiosidad para nuestros visitantes. Estos restos de defensa, no son todos contemporáneos, unos son más antiguos que otros, lo que se puede reconocer sea por la posición que ocupan, pero sobre todo por los materiales que los componen.

Como se sabe, la ciudad y sobre todo las murallas, fueron arrasadas por orden de Ceballos en 1777 y levantadas de nuevo poco después. Más tarde, se edificaron o se refaccionaron nuevas defensas, lo que se nota en la diferencia de construcción.

Ahora bien, lo que llamó mi atención y motiva este capítulo, es la cal que se empleó en la construcción de las murallas antiguas; la que he vuelto a encontrar en muy pocos de los más viejos edificios de la localidad. Esta cal proviene de la calcinación incompleta de moluscos, probablemente fósiles, pero que, en todo caso, no se hallan en estas regiones ni en estado fósil, ni como actuales. La cal no fué triturada; o, cuando menos la operación fué muy deficiente, de manera que, se puede extraer fácilmente de estas murallas, restos bastante completos.

No estoy al tanto de la Malacología actual o fósil del Brasil; pero me figuro que la cal proviene de allí. Es un punto histórico y científico que dejo a la averiguación de los que están mejor colocados que yo para resolverlos: Los restos de test de animales (Moluscos y Celenterados) obtenidos de esta cal son los siguientes: Ostreas de varias formas entre las que se halla una parecida a *Ostrea neuquena* Ihering, pero de forma oval; numerosas *Anomalocardia; Cardium* pequeños y diferentes de los anteriormente citados; *Cerithium, Neritina* y gran cantidad de un *Pólipo* del tipo *Madépora,* de ramas cilíndricas colocadas paralelamente entre sí y fuertemente pegadas. Los fósiles de los géneros Cerithium, Neritina y

Pólipo no fueron hallados en ningún depósito de esta región, en cuanto a las demás especies de moluscos de la cal, tampoco se hallan en este departamento, si bien se han citado y se citarán de los mismos géneros.

Dicho esto, que dejo a la apreciación de quien corresponda, paso al estudio del limo pampeano.

LIMO PAMPEANO

GRUPOS TERRESTRES N.OS 2, 3 Y 4

Desde mi llegada a Colonia, a principio de 1912, experimenté una viva satisfacción al notar que existía allí la formación Pampeana típica, casi desconocida para mí a no ser por las pocas citas que, de los grandes fósiles que la caracterizan, había leído en los textos corrientes de Geología. Bien pronto tuve conocimiento de la presencia de huesos grandes de Mamíferos que no dejaban dudas en cuanto a la formación a que pertenecían.

Además la presencia del señor Emilio Zum Felde al frente del Liceo me favoreció mucho, pues mis entusiasmos naturalistas encontraron de inmediato, en su conocida preparación filosófico - científica, un eco verdaderamente amistoso y alentador.

En los primeros años (1912 - 1914), salvo la extracción del *Mylodon* del Arroyo San Pedro que referiré más adelante, y una que otra investigación sobre el Paranense, mis excursiones tuvieron más bien carácter entomológico y botánico que geológico; desde 1916, y a pesar de dificultades físicas, las reanudé, orientándolas con preferencia hacia la Paleontología, cuyas colecciones soportan más fácilmente la falta de cuidados durante una larga ausencia. El estudio de la Paleontología me llevó forzosamente al de la Malacología nacional, que será objeto de trabajos ulteriores.

Desde 1912, había notado, como dije, la presencia del limo pampeano en esta ciudad; pero, su estudio era entonces dificultado por estar casi todo oculto por un césped húmedo y juncos, particularmente en la parte más interesante. La ero-

sión producida por las repetidas crecientes del río en los 3 o 4 años subsiguientes, destruyó el césped, dejando al descubierto una mayor superficie del limo. El lugar a que me refiero, es el punto C 1 del mapa 2, donde el limo tiene todas las características del Mesopampeano, tanto en lo que se refiere a estructura como a fósiles. El tal punto se llama casa o más bien ruinas de Harsich y muelle Inglés.

No me fué posible hallar un esqueleto completo de ningún animal, porque el conjunto sufrió algo como un removido, lo que se nota en varias partes, pero en cualquier bajante un poco importante del río, se notan todavía restos dispersos, sin interés.

Para dar una idea de lo interesante que es este lugar, voy a enumerar los fósiles que he hallado en el área reducida comprendida entre la casa citada y el muelle:

1.° — Restos de *Glyptodon reticulatus* Owen y *Glyptodon clavipes* Owen (lámina XI, figura 7 (a y b). Queda todavía sin extraer, un carapacho de Glyptodonte, en mal estado de conservación para poder sacarlo.

Su posición "in situ" ha servido y se utiliza aún para la enseñanza sobre el terreno.

2.° — Restos de *Mylodon wieneri* H. Gervais y F. Ameghino, consistentes en cinco trozos de muelas, una de ellas perfectamente bilobada; algunas falanges ungueales, así como parte del maxilar inferior izquierdo (lámina X, figuras 4 y 5). Este último hueso, conjuntamente con varios exágonos de los Glyptodontes anteriormente citados, formaron parte de mi envío N.° 1 al Museo de la Sección de Enseñanza Secundaria y Preparatoria. Para falanges ver lámina XI, figuras 1 a y b, y 3 y 4.

3.° — Restos de *Toxodon burmeisteri* Giebel. Este hallazgo es el más interesante del punto C 1. Se trata de la extremidad anterior de la mandíbula inferior, con cinco incisivos en perfecto estado de conservación (lámina VIII, figuras 1, 2, 3, 4 y 5). De los dos pequeños caninos, uno de ellos desapareció en una mudanza. En mis repetidas visitas a ese lugar, en ocasión de bajantes, he podido encontrar los restos de dos molares del mismo animal y el penúltimo molar superior iz-

quierdo, pieza sumamente interesante (lámina XIII figuras 1, 2 y 3).

4.° — Un trozo de la mandíbula inferior de *Lestodon* probablemente el *antiquus* F. Ameghino, a juzgar por la dirección hacia adelante del primer molar, cuya sección es triangular y tiene forma de canino; al lado del mismo, encontré varios molares del mismo animal, en mal estado de conservación.

También he hallado en el mismo punto, varios huesos sueltos de menor interés, tales como vértebras, partes de fémur, cabeza del mismo, huesos del tarso y del carpo etc., no clasificados aún.

El limo es allí compacto, de color rojo grisáceo oscuro, no contiene arena gruesa, pero sí concreciones de carbonato de calcio colocadas, las más de las veces, bajo forma de red sobre y dentro del limo, el que ofrece concavidades lisas, ocupando las partes altas las mallas calcáreas. También se hallan concreciones que afectan la forma de raíces como las *muñecas del loess.*

No conozco el espesor de este limo, lo que sería interesante saber a los fines de trabajos futuros que pudieran efectuarse en esta bahía. Quedan dentro del limo numerosos palos del ex muelle Inglés, lo que demostraría que la formación sigue debajo; en caso contrario, no habría sido posible hundirlos, por cuanto debajo del limo la roca que sigue es con toda seguridad la cristalina.

A pocos metros del punto C 1, hacia el norte, el limo cambia de textura, es más rojizo, más granular y carece de fósiles.

Del punto C 1 al C 2, en vez del limo pampeano, la playa arenosa ocupa la orilla de la bahía, pero esta arena oculta una arcilla plástica de color gris verdoso que a veces dificulta el tránsito por la playa; esta arcilla es de edad más reciente que la del Mesopampeano del punto C 1.

El limo pampeano vuelve a encontrarse recién en el punto C 2 donde hallé el carapacho deshecho de un *Glyptodon clavipes Owen* (lámina XI, figura 7 a y b), así como varios huesos de los miembros y vértebras del mismo.

Del mismo punto C 2, poseo un estuche caudal de *Hoplophorus perfectus* H. Gervais y F. Ameghino (lámina XI, fi-

gura 5 a y b) y unos exágonos de *Panochtus tuberculatus* Owen (lámina XI, figura 9).

Un poco más al norte del anterior, en el punto C 3, he extraído un trozo de la mandíbula inferior izquierda de un *Lestodon,* probablemente el *trigonidens* P. Gervais (lámina XII, figura 1 a y b), un omoplato del mismo, así como una tibia, vértebras, y huesos del carpo y del tarso. No muy lejos del punto C 3 y más hacia el río, he hallado un resto de mandíbula de *Pseudolestodon.*

En el punto C 4 el limo pampeano cambia de aspecto y de estructura. Tiene allí un aspecto rocoso y está constituído por una especie de conglomerado de limo y de arena gruesa, algo como una mezcla de portland y arena, tanto en lo que se refiere a color como a consistencia. La erosión, así como la disolución, han obrado sobre esta roca desgastándola en forma de placas tabulares que se encuentran separadas o todavía unidas con la parte inferior. En este limo duro no he podido hallar huesos fósiles.

Un poco más al norte del anterior, en el punto C 5, se retiraron de la playa, en tiempo de bajante, varios huesos grandes bastante rodados, lo que dificulta su clasificación; pero, dado su tamaño, su estructura y otras circunstancias que juzgo inútil referir, se trataría de restos de *Megatherium americanum* Cuvier.

Antes de terminar con el limo pampeano de la bahía y sus fósiles, diré que cerca del punto C 2 hallé un molar de un caballo fósil: *Hippidion neogaeus* Lund, Owen (lámina XII, figura 2 a y b); este hallazgo me preocupó mucho, pero, a pesar de todos mis esfuerzos no me fué dado encontrar otro resto de este animal. El lugar de su yacimiento no puede sin embargo estar muy lejos, puesto que el molar estaba preso dentro del limo, del que conserva todavía un poco.

Más adelante se hablará de restos de árboles fósiles; pero, quiero dejar constancia aquí, de que en el punto C 2 abundan estos restos destrozados por la acción de las olas, y que si es posible discutir su edad, a primera vista parecen ser del Mesopampeano por lo entreverado que están con la parte superior del limo y algunos restos de mamíferos citados.

Esta enumeración eleva a *8 géneros* de mamíferos fósiles (por lo menos 10 especies) los encontrados en la Bahía de Colonia sin necesidad de excavación ni perforación de ninguna clase. No creo que existan muchos lugares en la República que puedan ostentar igual riqueza paleontológica, y es de figurarse lo que se podría hallar si se efectuasen en la bahía trabajos idénticos a los que se practicaron en el puerto de Buenos Aires y el de La Ensenada, porque es indudable que el limo pampeano ha de ocupar gran parte del fondo de la bahía.

En Octubre de 1922 publiqué en la prensa coloniense, algunos artículos sobre mejoras locales, habiendo aparecido la primera y segunda parte que trataban de sostenimiento de barrancas y reconquista de terrenos, respectivamente. La tercera, que se refería a ubicación del futuro puerto (proyecto de puerto y zona franca), no llegó a publicarse por razones que no son del caso exponer aquí.

En la segunda parte decía: "Si se mira un instante un mapa de la Bahía de Colonia que tenga datos de sondeo, se nota que la profundidad es poca y casi uniforme, en toda la parte cóncava, hasta la línea curva que va del muelle de pasajeros al Real de San Carlos.

El lecho de la bahía consta, en esta parte, de un limo procedente del desgaste de la barranca, el que recubre la ya citada formación Pampeana, y quizás, en algunos puntos, la Paranense, que es directamente inferior a la anterior. Ambas formaciones son toscosas y su consistencia, aunque no muy grande ha sido suficiente para permitirles resistir a la acción de las aguas del río.

En efecto, el perfil de las barrancas presenta únicamente capas de formaciones posteriores a la pampeana propiamente dicha y todas de poca consistencia, tales como arcilla plástica, arenas diversas, toscas más recientes y la formación del loess superior o sea la tierra rojiza que constituye el suelo y subsuelo de la región.

Hace unos 400 o 500 años, y quizás más, es posible que esta parte de la costa, en vez de ser cóncava, haya sido casi rectilínea y que, en lugar de barrancas, hayan existido terrenos

terminados en forma de playa. El río ha derrumbado los terrenos poco consistentes colocados superiormente a su nivel ordinario y recubre actualmente una especie de subplanicie de poca profundidad. De modo que el río no hace ahora sino proseguir su obra de destrucción empezada hace tiempo.''

En este artículo, quise decir que la bahía era de formación relativamente reciente y, que la canal por donde siguen los vapores que van de Colonia hacia el norte, es el producto de la erosión (arroyamiento), dentro del Pampeano y del Paranense (Transgresión Eopampeana o Entrerriana), de las aguas del Paraná y del Uruguay: estas aguas, al chocar contra las rocas primitivas que forman el esqueleto de las Islas López (este y oeste), y la de San Gabriel, quedaron desviadas, y se abrieron camino del lado este de las mismas, destruyendo los terrenos poco consistentes y aislando de ese modo y poco a poco las islas rocosas. Primero fueron arrastradas las formaciones superiores, más deleznables, formándose como una playa toscosa dentro de la cual el arroyamiento continuó en forma triangular hasta llegar en algunos puntos a la roca primitiva, la misma que, aflorando en mapa 2, punto 1 y 2, desaparece en el fondo de la bahía para surgir en las islas citadas y en la punta oeste de Colonia y vuelve a desaparecer debajo de las aguas del Río de la Plata para surgir de nuevo en las Sierras del sur de la Provincia de Buenos Aires.

Por otra parte la península sobre la que está edificada la ciudad, lleva el mismo destino de las islas precitadas, el que sólo podrá impedirse gracias a obras apropiadas.

Es indiscutible la importancia de lo que antecede, en el caso que se quiera ubicar el puerto en la parte noroeste de la ciudad; pero, por más lógicas que puedan ser mis deducciones, es natural que, ante todo, serían indispensables serios trabajos de perforación en la bahía, los que estoy seguro confirmarían mi opinión.

Terminado, lo que se refiere a la Bahía de Colonia, voy a tratar de otro punto.

En 1912 se me comunicó que varios vecinos de San Pedro (departamento de Colonia) poseían huesos grandes, enormes, encontrados en dicho arroyo. Entusiasmado por la noticia,

resolví averiguar de qué se trataba y, con tal motivo, emprendí con varios amigos, entre los cuales el señor Zum Felde, mi primera excursión paleontológica en las afueras de la ciudad.

Desde nuestra llegada a San Pedro, nos cercioramos pronto de que trataba de huesos de *cetáceos* (vértebras y costillas) que los vecinos habían hallado en una bajante del Río de la Plata y transportado a sus casas como curiosidades.

A pesar del estado vetusto de tales huesos no creo que se trate de fósiles, y si lo son, en todo caso deben ser relativamente recientes; esta opinión es motivada por el hecho siguiente: En el año 1913 encalló en el punto llamado Playa Honda, un poco al este de la estación del ferrocarril (mapa 2), un cetáceo de regular tamaño, en cierto estado de descomposición, que no me fué dado poder clasificar por tener que ausentarme el mismo día de Colonia. En tal ocasión, se me dijo que el hecho no constituía nada de extraordinario, pues las vértebras de estos animales encontradas en las bajantes del río se suelen emplear en varias estancias del litoral en calidad de asientos. Por otra parte, he podido desde entonces averiguar en varias ocasiones lo exacto de estas manifestaciones, de manera que parecería que los cetáceos moribundos, buscan, en sus últimos momentos, un medio más tranquilo en las aguas dulces del Plata, cuyas corrientes los llevan aguas arriba haciéndolos encallar en la costa.

Los vecinos de San Pedro nos regalaron pues, algunos huesos del cetáceo en cuestión y, decepcionados nos preparábamos para el regreso, cuando, a pesar de la poca práctica que que tenía entonces de la geología del país, se me ocurrió aprovechar la ocasión para recorrer las barrancas del arroyo.

Mi empeño tuvo su recompensa. Después de constatar unos depósitos fluviales, que trataré más ampliamente adelante, al aproximarnos al paso del arroyo (mapa 1 Grupo G), y a unos 50 metros aguas arriba del mismo, en la orilla izquierda, noté la presencia de huesos dentro de un bloque de limo arcilloso. Inmediatamente nos pusimos a la obra, y después de bastante trabajo pudimos conseguir los restos siguientes: un *cráneo* entero, faltándole una parte del occipital y el maxilar inferior, un omóplato, dos clavículas, un esternón, varias vértebras, entre las cuales el áxis, restos de costillas, varios hue-

sos de los miembros y, lo que con el cráneo, es lo más característico, una cierta cantidad de *pequeños huesos* del tamaño de un poroto, que resultan ser particulares a los *Mylodones*. Se sabe que estos huesos estaban localizados en la gruesa piel de estos animales, desempeñando un rol protector.

El bloque de limo arcilloso de color amarillo rojizo que envolvía estos restos, descansaba en el agua y había sido desprendido de la barranquita por efecto de la erosión en tiempo de creciente del arroyo. Este limo, aunque pampeano, es menos compacto que el de la bahía de Colonia y, por otras razones de las que se volverá a hablar, parece ser más reciente.

En 1918, durante una inspección liceal, el doctor Manuel Landeira, a nombre del entonces decano, doctor Enrique Cornú. solicitó estos restos fósiles para el Museo de la Sección de Enseñanza Secundaria y Preparatoria, adonde fueron remitidos, conjuntamente con otros huesos fósiles y piedras y como la parte más esencial de mi envío N.° 1 ya citado. Estos restos pertenecen a un indivíduo de la especie *Mylodon robustus* Owen, si bien de tamaño no muy desarrollado (lámina X, figuras 1, 2 y 3).

Entusiasmado por este hallazgo, he multiplicado desde entonces mis excursiones a las barrancas del citado arroyo, y he conseguido, sea personalmente o por medio de los vecinos, los huesos siguientes: exágonos sueltos y trozos de carapachos de *Hoplophorus* aff. *cordubensis* F. Ameghino (lámina XI, figura 8), y de otras especies del mismo género, un fémur izquierdo de un animal del mismo género, con el que obsequié al doctor Florentino Felippone, varios huesos de los miembros de diferentes animales y una cabeza de húmero, así como una vértebra de *Mastodon*.

Hace unos treinta años se hallaron cerca del paso del arroyo San Pedro, mismo punto, en la propiedad del señor Díaz, unos huesos grandes que después de ser extraídos y llevados a una estancia de la sucesión Lorenzo Vignolo, desaparecieron no se sabe bien cómo. Esto me fué referido por personas dignas de fé; y por lo que se dijo de los huesos, entiendo que se trataba de un *Mastodon humboldti* Cuvier, siendo probable que los restos que poseo pertenezcan al mismo individuo. Por otra parte, el señor J. Díaz Arnesto, de esta ciudad e

hijo del señor anteriormente citado, ha conservado, en la región de San Pedro, relaciones que le han valido el obsequio de la corona de una muela de Mastodón (lámina IX, figuras 1, 2, 3 y 4) cuya procedencia exacta no he podido averiguar, si bien se me aseguró que fué hallada en el mismo arroyo.

No muy lejos de allí, en el arroyo Caño (mapa 1, punto D), he hallado un trozo idéntico a la cabeza de fémur del arroyo San Pedro, lo que demostraría que los restos de Mastodón no son tampoco muy raros en esta región. En 1916 se me comunicó la existencia de huesos de Mastodón en la región del Chileno, Carmelo (mapa 1, punto N) en el campo de Pedernera. La excursión que realicé al efecto con mis colegas liceales señor E. Zum Felde y Dr. Wáshington Barbot fracasó por el mal tiempo y no encontrar en el paraje indicado la persona que debía guiarnos. La palabra Mastodonte, por lo fácil que es de pronunciar, es la que suele emplear el profano para designar cualquier hueso grande, de manera que, dado el poco éxito de nuestra excursión y lo alejado del paraje, no dí mayor importancia a los datos recibidos. Fué un error mío, porque en 1923 se me trajo un trozo de muela de ***Mastodon humboldti*** Cuvier, del paraje citado, de donde se había extraído una muela entera y otros restos del mismo animal, los que han de estar en poder de alguna persona de Nueva Palmira.

Cuando trate del departamento de San José tendré que referirme a restos de la misma especie.

De mis excursiones al Caño (punto E) había traído en 1913 unos huesos (un áxis, un atlas y otra vértebra) que formaron parte de mi envío N.° 1 al Museo de la Sección, y que no pude clasificar debidamente en aquel tiempo: en Diciembre de 1921, mes en que activé mis investigaciones en la esperanza de poder publicar estas notas durante las mismas vacaciones, visité de nuevo y con atención, este paraje y, además de la cabeza de fémur de Mastodón anteriormente citada, pude cerciorarme que las vértebras remitidas a Montevideo eran de *Glyptodonte;* la razón de esta afirmación consiste en que encontré en el mismo lugar dos fémures de un animal de esta especie, parte de un omóplato y varios exágonos.

El limo donde se encontraron estos restos es idéntico al de que se habló al referir el hallazgo del Mylodón del arroyo

San Pedro y, no puede tener la edad del de la bahía de Colonia, ni tampoco del que se hablará cuando se trate de las barrancas del río de la Plata (puntos D, H e I).

Aguas abajo del paso de la Vaquería, del arroyo San Pedro, se encontró un cráneo de Mylodontidae (*Mylodón o Scelidotherium*) lo que no puedo decir con exactitud por habérseme extraviado las notas que se referían a estos restos. Este cráneo, que sufrió las consecuencias de la ignorancia de un peón que asistió al hallazgo, se halla en el museo de curiosidades del señor Aaron de Anchorena, en su establecimiento de la Barra de San Juan (mapa 1 punto I): En el mismo museo, he podido ver un estuche caudal de un *Doedicurus clavicaudatus* Owen, hallado, se me dijo, en la playa del río de la Plata, en tiempo de gran bajante (?). También hay allí varios exágonos de *Glyptodontes* y vértebras diversas de *Megatéridos* y de *Cetáceos.*

En la playa del Caño (mapa 1 punto D), los huesos fósiles son numerosos, particularmente en tiempo de bajante y muy especialmente en las de primavera por causa del desgaste enorme que sufre la barranca en las crecientes de invierno. He hallado allí un trozo de mandíbula de *Toxodon* con dos muelas (lámina VIII, figura 6 a y b), la extremidad anterior del maxilar inferior de un *Mylodon,* vértebras de *Megatéridos* y de *Cetáceos*, exágonos de Glyptodon etc.... entre los cuales unos muy parecidos a *Glyptodon fiorini* F. Ameghino.

Los estudiantes de 1.° y 2.° años de este Liceo presentan, en los exámenes, colecciones regionales de Historia Natural de acuerdo con el programa del año, se efectuán con ese fin excursiones colectivas pero a veces algunos de ellos me acompañan en mis excursiones privadas. Esta práctica entusiasma generalmente a ciertos alumnos más predispuestos que otros a las ciencias naturales. Es así como dos alumnos, dos hermanos iniciados por mí en esta clase de investigaciones, encontraron en la playa del Río de la Plata cerca de la desembocadura del Arroyo Chileno (mapa 1, punto F), un conjunto de huesos fósiles, entre los que predominaban los de los miembros: ¡8 astrágalos!, tibias, partes de fémures, falanjes ungueales, todos de *Gravigradas*, probablemente *Mylodontes*, y parte de un maxilar de *Megatherium*, con dos raíces de muelas.

En general, los fósiles más comunes son los del suborden *Glyptodontia* y, las más de las veces se trata de exágonos sueltos o partes del carapacho. Los he hallado en muchos puntos de la barranca del Río de la Plata que va del Caño al San Juan; sé de restos importantes extraídos de las barrancas de los Arroyos San Luis, Tarariras, de Melo (mapa 1 punto A), Sauce (mapa 1 punto M), de este último arroyo se extrajo un cráneo de *Toxodon* que no está en mi poder, en fin de Nueva Palmira me trajeron gruesos exágonos de *Panochtus*.

Huesos sueltos se hallan en muchas casas y en el lecho de muchos arroyos, así como al pie de las barrancas pero, es siempre difícil poder decir el lugar exacto de donde proceden. Desgraciadamente, muchos restos interesantes han emigrado, particularmente a la Argentina, unos regalados a personas aficionadas a las curiosidades, otros destinados a profesionales.

Este departamento no es el único en poseer restos de mamíferos fósiles: en el capítulo correspondiente a Transgresión Araucana me referí a una excursión efectuada, a principios de 1924, a la orilla del Río de la Plata en el departamento de San José. Esta excursión fué motivada por la noticia que me comunicó mi amigo el señor F. Marin, de un hallazgo de fósiles en dicha costa.

En efecto el doctor Salvador Estradé y el señor Zamalvide ya citados me enseñaron restos interesantes y de fácil identificación: parte de un maxilar de un *Mastodon humboldti* Cuvier, con muelas en perfecto estado, exágonos de *Glyptodon reticulatus* Owen, un trozo del estuche caudal de *Doedicurus clavicaudatus* Owen, etc.

Aprovechando mi estada efectué la excursión referida al Río de la Plata: mi intención primera era visitar las barrancas de San Gregorio, pero por falta de tiempo no pude cumplir con esta parte de mi programa que postergué para las próximas vacaciones; esta región ha de ser sumamente interesante, pues es sabido que los dos carapachos de *Glyptodon* y *Panochtus* del Museo Nacional de Historia Natural proceden de allí.

Nos dirigimos pues directamente a la estancia de Puppo y

recorrimos la parte barrancosa del Río de la Plata que va del Arroyo Sauce hasta el Arroyo San Miguel, punto X sin mapa, así como una parte arenosa que se extiende al este de éste último. Instalamos nuestro campamento a un kilómetro y pico de la Boca del Sauce, del lado este, en la parte donde la barranca es más alta (unos 18 metros), con declive bastante vertical ocupado por árboles indígenas y exóticos, pues hubo allí, tiempo atrás, una pequeña explotación. Los 3 metros superiores están cortados a pique y formados por loess cuya base tiene rastros de removido: inmediatamente debajo principia el limo pampeano superior, difícilmente visible por causa de la vegetación. En la parte más superior del limo, he hallado unas vértebras deshechas de *Glyptodon*, y, más al este, unos huesos apresados en un limo pampeano revuelto y muy consistente, huesos que no pude clasificar debidamente, pero que pertenecen a *Desdentados*. Tuve que contentarme con esta constatación pues la falta de tiempo y la temperatura canicular no nos permitieron permanecer más tiempo en esa región.

Esta larga exposición sobre Mamíferos fósiles, que he limitado a los restos principales, no tiende sino a una cosa: demostrar que también en esta orilla del Río de la Plata hay muchos testigos de las faunas antiguas, que van desapareciendo poco a poco por no investigar los yacimientos ni practicar las excavaciones necesarias; operaciones, todas, siempre largas y gravosas y particularmente para un empleado que no dispone sino de su sueldo y del poco tiempo que le deja libre la impropia estación de las vacaciones. También hay que confesar la falta de estímulo de parte de las autoridades correspondientes; sin embargo es aún tiempo de reaccionar, tomando, cuanto antes, las medidas oficiales necesarias sobre las que hablaré al final de estas notas.

Ahora bien, todos los huesos citados en este capítulo, fueron hallados en un limo casi idéntico, con la salvedad de los de los Arroyos Caño y San Pedro. Apenas si el color varía un poco, así como la consistencia; pero los componentes son los mismos. Algunos autores han calificado el limo pampeano de *loess antiguo* y, en efecto, tiene el aspecto de tal, si bien no he constatado en estos depósitos la degradación de color caracte-

rística del loess. Además el limo pampeano es siempre más compacto y me parece también más arcilloso. En cuanto a concreciones calcáreas y ausencia de piedras, son bastante análogos.

A pesar de su aspecto loéssico, conservaré la denominación de limo, pero recomiendo al lector el trabajo del doctor *Santiago Roth "Investigaciones geológicas en la llanura pampeana"*, ver Bibliografía, donde se emite la opinión siguiente: "El loess pampeano tiene el mismo origen que la tierra vegetal, es tierra vegetal que ha perdido las sustancias orgánicas. En su génesis han intervenido dos procesos: el de la sedimentación y el de la loessificación. En la sedimentación no solamente ha tenido participación el viento, sino también el agua. En cuanto a la loessificación, es un proceso diagenético, es decir que los materiales han sufrido una transformación después de haber sido depositados". En otra parte dice que "el loess se compone de productos de la descomposición de los sedimentos de cualquier procedencia". ¡Estamos lejos, como se vé, de las teorías eólica y glaciar!

En el capítulo "Transgresión Entrerriana", al hablar de los depósitos N.° 8 de Punta Gorda, se dijo que reposaban sobre un limo rojizo. En él no he encontrado ningún fósil, debido probablemente a mi corta visita; de manera que sólo me referiré al limo de color muy subido y de estructura loéssica idéntica a la del limo pampeano, cuya posición, infrapuesta a los depósitos eopampeanos, le asigna una edad por lo menos igual.

Se trataría por consiguiente, del limo visible más antiguo que, en estas regiones, aparezca superpuesto a las rocas cristalinas. Después de mayores investigaciones, es posible que se llegue a atribuirle una edad mayor todavía: punto muy interesante, pues se trataría de un limo loéssico anterior a la formación dicha "Pampeana".

Terminada la exposición detallada de la formación Pampeana y de sus fósiles, presento el cuadro N.° 5 en el que se puede juzgar la distribución de los fósiles hallados en los diferentes puntos.

CUADRO N.° 5

FÓSILES	PUNTOS												
	A	C	D	E	F	G	I.	J	K	L	M	N	X
Glyptodon reticulatus . . .	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X
» clavipes		X	X						X				
» aff. fiorini . . .			X				X						
» (varios)		X	X			X	X	X			X		X
Hoplophorus perfectus . . .		X											
» aff. cordubensis.													
Panochtus tuberculatus. . .		X									X		
Doedicurus clavicaudatus . .							X						X
Toxodon bourmeisteri . . .		X	X								X	X	
Mylodon robustus.			X		X	X							
» wieneri		X											
Lestodon trigonidens. . . .		X											
» aff. antiquus. . .		X											
Pseudolestodon sp. ?. . . .		X											
Megatherium americanum. .		X	X		X								
Mastodon humboldti. . . .						X						X	X
Hippidion neogaeus		X											
Cetáceos (varios) · . . .			X			X							

En su obra "Contribución al conocimiento de los Mamíferos fósiles de la República Argentina" (páginas 942 a 947), Ameghino indica los fósiles que caracterizan cada piso de la formación Pampeana (año 1889).

En dicha obra, aparece el piso Belgranense, con fósiles de mamíferos terrestres; piso que en mi cuadro N.° 2 se indica únicamente como marino.

A los efectos de mejor explicación, transcribo a continuación, la parte que tiene relación con nuestros fósiles del cuadro N.° 5, haciendo la salvedad de que, en el piso más inferior (Ensenadense) los fósiles que se anotan con puntos de interrogación no son de la misma especie, pero sí del mismo género; de manera que, lo que a ellos se refiere es sólo con fines de comparación.

CUADRO N.° 6 (transcrito de Ameghino)

FÓSILES	PISOS			
	Ensenadense	Belgranense	Bonaerense	Lujanense
Toxodon burmeisteri. . .	?	X	X	X
Hippidion neogaeus . . .	?	?	X	X
Mastodon humboldti. . .	?	?	X	X
Megatherium americanum.	?	X	X	X
Lestodon trigonidens. . .	?	?	X	X
Mylodon robustus. . . .	o	o	X	X
Mylodon wieneri	o	o	X	X
Pseudolestodon (varios) .	X	X	X	X
Glyptodon reticulatus . .	?	X	X	X
» clavipes . . .	?	?	X	X
» (varios) . . .	X	X	X	X
Hoplophorus perfectus . .	X	X	?	o
Panochtus tuberculatus. .	o	?	X	X
Deedicurus clavicaudatus .	?	?	?	X

Si nos atenemos al cuadro N.° 6, resulta que no habría duda ninguna en cuanto a edad del limo pampeano de estas regiones, correspondiéndoles la del piso Bonaerense o la del Lujanense. Sin embargo, la consistencia del limo en algunos puntos, tales como C 1, D, F, y quizás I, es tan diferente de la de los demás, que me aventuro a clasificarlos como sincrónicos de los pisos inferiores, sea Belgranense o Ensenadense cuspidal, a pesar de no haber encontrado en ellos ningún resto de Typotherium que son los fósiles que sirven para diferenciar el pampeano inferior del superior. Además el aspecto del limo en el punto C 1, es absolutamente idéntico al que aparece en la figura 5, página 169 de la obra de Roth anteriormente citada y sobre todo, al de la figura 13, página 202; aspecto del que se habló anteriormente al tratar de este punto. Estas dos figuras corresponden a estructura de limo del horizonte mesopampeano: estado natural y limo removido, respectivamente.

Habiendo terminado la exposición de los depósitos marinos y del limo de la Formación Pampeana, voy a tratar de bosquejar un cuadro de relación entre todos los depósitos que se han estudiado en esta formación.

CUADRO N.° 7

		PARAJES CITADOS															
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	LL	M	N	X
NEOPAMPEANO	Depósitos querandinos			X													X
	Limo pampeano	X	X	X	X	X	X	X	?	X	X	X	o	o	X	X	X
MESOPAMPEANO	Depósitos marinos													?			X
	Limo pampeano			X	?		?			?							
EOPAMPEANO	Depósitos marinos		X	?	X				X	X		X	X	X			
	Limo pampeano													X			

Antes de terminar, hago la salvedad siguiente: la posición infrapuesta que el limo pampeano ocupa, en este cuadro y en cada piso, en relación con los depósitos marinos, no significa nada; pues a menudo depósitos y limo son sincrónicos o el limo ocupa una posición superior a la de los depósitos marinos del mismo piso.

TRANSGRESIÓN QUERANDINA

Antes de principiar este capítulo, debo decir que, los testigos marinos que vamos a estudiar, indican, a mi parecer, no una sola, sino un conjunto de transgresiones, todas muy próximas, casi contiguas. El mar ha de haber avanzado y retrocedido, varias veces, antes de ocupar el nivel actual. Por otra parte, decir con exactitud en qué momento del grupo 4 (neopampeano) principió esta serie de transgresiones, es también otro problema que resolver. Por de pronto, estos testigos marinos sólo pueden observarse con provecho, cuando aparecen en una barranca cortada a pique; desgraciadamente, estas condiciones son escasas; en general se pasa, en las barrancas, del neo al postpampeano, sin que aparezcan estos testigos; otras veces, los vestigios de la transgresión, aparecen en la superficie del suelo o en una playa, sin poder relacionarlos con los limos citados.

Uno de los parajes más típicos para el estudio de esta transgresión es, sin duda alguna, el centro de la bahía de Colonia.

Desde el punto 10, mapa 2, hacia el norte, al nivel de las aguas del río, aparece una capa de arcilla plástica de la que se habló anteriormente. La capa de base es delgada y, si no fuera por la arena de la playa que la cubre irregularmente, según los cambios que las olas le hacen sufrir, el acceso a la misma resultaría, a veces, incómodo por causa de dicha arcilla. Dicho banco prosigue en la parte baja de la barranca, ora infrapuesto a un banco de arena estratificada, ora dividido, alternando con bancos menores de arena.

Arena y arcilla en este caso, pertenecen a la transgresión cuyo nombre encabeza este capítulo. El conjunto tiene, término medio, un espesor de 3 metros y, directamente encima de ellos, se hallan un banco de tosca y el limo loéssico superior, del que se hablará más detenidamente adelante.

Estos depósitos varían a cada momento: hay puntos donde la roca arenosa abunda, otros en los que predomina la arcilla; también pueden alternar capas delgadas de una y otra, en este caso se encuentran los depósitos del punto *a*, donde los fósiles, estratificados en las delgadas capas de arena, indican, por su posición y su estado de conservación, que los animales vivieron en el mismo lugar donde yacen sus restos; por fin hay lugares donde, en la parte inferior del conjunto arenoso, aparecen cantos rodados de gneis pizarroso, lo que parecería indicar un litoral.

En tiempo de creciente, las olas desgastan estos depósitos tan poco consistente y, el loess superior cae a modo de sombrero sobre los mismos, ocultándolos hasta que otra creciente o grandes lluvias los pongan de nuevo a descubierto. En otros puntos, por efecto de la erosión inferior, se desprenden grandes bloques de tosca que vienen a caer sobre la playa (fotografías 16, 17, 18, 19 y 20).

A estos fenómenos, contribuye también la erosión producida por el arroyamiento de las aguas de lluvia venidas de la parte superior; las que, al caer en los bancos de arena de esta transgresión, los destruyen y ocasionan de este modo, debajo de la tosca, los huecos con tendencia a grutas, que se notan en aquel paraje (punto II, mapa 2 y fotografías 12 y 13). Esta barranca retrocede cada año, por término medio, de 1 metro a 1,50 y, no sería tampoco extraño, algún deslizamiento local,

sobre la base arcillosa, como se produjo hace años, entre los puntos 13 y C 2.

Al tratar del limo pampeano, me referí a unos artículos sobre mejoras locales, cuya primera parte se intitulaba "Sostenimiento de barrancas". El lector que tenga interés en ello podrá enterarse del texto en la prensa local de la primera quincena de Octubre de 1922.

Los depósitos de esta transgresión principian cerca del punto 10 y van hasta más allá de la Zanja Reyuna, si bien el punto *a* es el único donde haya hallado fósiles. Cerca del punto 13, las capas de arcilla son más espesas y se hallan situadas muy por encima del nivel del río; en cuanto a la arena que le es superpuesta, se tiñe en su parte inferior de un color amarillento producido por infiltraciones de óxidos de hierro. A veces se forma así, algo como una arenisca de poca consistencia pero, en el mismo paraje, se halla otra arenisca mucho más dura, de color negro debido probablemente a infiltraciones de óxidos de manganeso.

Los fósiles de esta transgresión, cuya lista encontrará el lector más adelante, se califican a veces de sub - fósiles, por existir todavía vivas las mismas especies, sea en la desembocadura del Río de la Plata o en las costas del este; además el color del test no ha desaparecido por completo sobre todo en ciertas especies, como en las del género *Mytilus*.

He encontrado los mismos fósiles, pero sueltos, en la playa del Real de San Carlos; probablemente se trata de ejemplares arrastrados por las aguas (punto *b*).

En las orillas del arroyo San Pedro, cerca de su desembocadura (punto *ch*) he encontrado numerosas *Azara* de pequeño tamaño.

De la isla de Hornos (punto *c*), me trajeron varios ejemplares de *Voluta* recogidas, en tiempo de bajante. en la costa de la isla, en una tierra humífera.

Antes de llegar al puerto de Conchillas, en Punta Pereira, (punto *d*) donde se explota desde hace poco una arena del tipo voladora, hay, en los mismos arenales, varios bancos de moluscos fósiles, particularmente *Azara* de gran tamaño. Todavía no se ha principiado su explotación, pues si bien se trata, en ciertos puntos, de bancos que pueden pasar de 2

metros de espesor, en gran parte alternan con arena. Sin embargo, la conchilla es muy limpia y, según se me dijo, la empresa piensa explotarla en breve. De todos los depósitos Querandinos a base de Azara, no conozco ninguno tan importante como estos y me inclino a creer que, el nombre de Conchillas, que se ha dado al puerto cercano, es debido a los depósitos de Punta Pereira o a algunos otros ya desaparecidos por causa de desgaste o de explotación.

Por lo demás, en el mismo puerto de Conchillas, he encontrado numerosos fósiles de la especie indicada; pero, en las condiciones de los del Real de San Carlos. Designo este puerto con la letra *e*.

En el punto *f*, barranca del "Recreo", he hallado unos pocos fósiles de esta transgresión, muy poco por encima del nivel del río.

En Carmelo, he hallado vestigios de la transgresión en dos puntos: uno de ellos me fué indicado por el señor J. B. Rossi, quien me enseñó algunos fósiles encontrados en el jardín de su casa, calle 12 N.° 379, en ocasión de una excavación poco profunda practicada en este punto, que designaré con la letra *g*. El otro, que llamaré *h*, está situado cerca del puentecito de salida de los obreros del astillero. Allí se trata de fósiles que afloran y son de una sola especie. Hay una gran diferencia de nivel entre los dos puntos; el *h* apenas si está situado a unos 2 metros sobre el nivel del arroyo de las Vacas; mientras que el *g* es en mucho superior.

Gracias a la amabilidad de dos estudiantes de este Liceo originarios de Nueva Palmira, pude constatar esta transgresión, en dos puntos de dicha localidad. El más interesante, que llamaré *i*, está situado sobre la barranca del cementerio (lado oeste del mismo), la que alcanza a tener de 7 a 10 metros de alto. Los fósiles son allí muy interesantes tanto por lo que se refiere a la variedad, como al tamaño y, están apresados en un limo loéssico, en general, si bien he hallado algunas bolsas en las que aparecen sueltos. El otro punto, que designaré con la letra *j*, es el mismo puerto de Nueva Palmira donde los fósiles son únicamente *Azara* de pequeño tamaño, que fueron retirados del río por la draga, conjuntamente con limo del fondo.

Habiendo terminado con los depósitos querandinos situados del lado norte de la ciudad de Colonia, proseguiré su estudio, continuando por el lado este de la misma.

En la parte inferior de la zanja que las aguas han cavado frente al cementerio local (mapa 2, punto *k*), los fósiles, bastante numerosos, pero apresados en un limo muy arcilloso, están situados debajo del loess y, por así decir, casi directamente por encima de la roca gneisica. Se trata allí de moluscos arrastrados, muy difíciles de extraer enteros por lo húmedo del limo.

Un poco al este, en el desmonte de la vía férrea, detrás del cementerio y al pie de un molino de viento (mapa 2, punto *f*), los fósiles se hallan en una tierra negra seca, colocada directamente encima de la roca cristalina. Sin embargo, los fósiles de este punto y los del que sigue están situados muy superiormente a los del anterior, así como de todos los demás puntos de la región de Colonia. El otro punto, *ll*, está situado del lado norte de la vía férrea, en los costados de una zanja practicada en el mismo médano. Aquí, los fósiles, muy numerosos, han sufrido un arrastre y están depositados en pequeños bancos dentro de la arena. El médano tiene, en este lugar, unos 5 metros de alto y los fósiles están situados en la parte superior del mismo, a menos de un metro de la superficie. El lugar corresponde al "Paradero I".

Del lado sur de la vía, donde existía un médano "extraído" y a un nivel, por consiguiente, muy inferior al de los anteriores, se hallan los mismos fósiles (punto *m* del mismo mapa).

Al mismo nivel que los del punto anterior, un poco más al este en el lugar conocido por ex - molino de agua, punto *n*, debajo del médano más alto, aparecen, en la parte libre de arena, numerosos fósiles y muy variados. Allí se nota que, todo el médano descansa sobre los vestigios de esta transgresión, que están situados directamente encima de la roca gneísica. En las fotografías 23, 24, 25, 26 y 27, nótese la altura del médano en explotación. La transgresión se manifiesta allí por una pequeña capa de arcilla blanquecina en la que están los moluscos y sobre la que están instaladas las vías de la explotación. Se volverá a hablar de este paraje en los capítulos Médanos y Paraderos (el N.° 2).

En la otra orilla del arroyo de la Caballada (punto *o* del mismo mapa), que corresponde al Paradero N.° 3, he hallado los mismos fósiles; así como un poco al norte de los dos puntos *n* y *o,* lugar que designaré con la letra *ñ.*

Para encontrar de nuevo, restos de esta transgresión, hay que pasar al arroyo Riachuelo, donde se hallan en dos puntos. Uno de ellos, que designaré con la letra *p,* está situado en la orilla derecha del arroyo, del lado norte del camino que atraviesa el mismo y a pocos metros del paso de la escuela. Los fósiles son allí muy interesantes, tanto por su abundancia como por el tamaño extraordinario de ciertas especies y también por lo variado de las mismas. Se trata de restos arrastrados en un limo humífero y cuyo conjunto se halla dentro de una zanjita formada por las aguas de lluvia que van al arroyo. Mezclados con moluscos de agua salobre y salada, se hallan numerosas *Ampullaria canaliculata* Lamarck, sub - fósiles, moluscos fluviales (de lagunas y esteros), lo que se comentará más adelante.

El otro punto, el *q,* situado en la orilla izquierda del mismo arroyo, aguas abajo del resguardo y al nivel del agua, contiene numerosos e interesantes fósiles. Los médanos que se explotan allí descansan sobre estos fósiles, en el punto citado; pero, no podría decir hasta dónde continúan éstos por debajo de la arena.

Los 20 puntos que acabo de citar están situados dentro del departamento de Colonia y, como he encontrado restos de esta transgresión en los de San José y de Montevideo, me permitiré incluirlos en estas notas, para que puedan servir de guía a los estudiosos de estos departamentos.

En los capítulos anteriores y, muy particularmente, en el que trata de las transgresiones Entrerriana y Araucana, se habló de una excursión al departamento de San José y de la presencia de depósitos marinos Postpampeanos en la desembocadura del Arroyo Sauce (Boca de los Ceibos). Los moluscos están allí apresados en un limo negro, muy humífero, parecido al del punto *p* y al de los *depósitos fluviales,* de los que se hablará en oportunidad. El banco tiene 0.50 a 1 metro de espesor y los fósiles, particularmente *Ostrea,* han perdido gran parte de su dureza. Nótese, en el cuadro de estos depó-

sitos, la lista de fósiles que le corresponde. Designaré este punto con la letra *r*.

Gracias al doctor F. Felippone, con quien mantengo relanes científicas desde hace tiempo, he podido conocer varios depósitos de esta transgresión, del departamento de Montevideo. En total he visitado 5.

El que designaré con la letra *s*, está situado en el Cerro, en las calles Francia y República Argentina, a dos cuadras del río. Los depósitos de este punto consisten sobre todo, en un banco de innumerables *Mytilus* de gran tamaño, que se halla debajo de una casa de madera, cuya numeración no recuerdo.

El punto *t*, está situado en Punta Carretas al extremo de la Avenida Ellauri. Durante el verano de 1922 - 1923, tuve la suerte de hallarme en Montevideo, en momentos en que se practicaban excavaciones en este paraje con fines de obras de saneamiento, lo que me permitió recojer una amplia colección de fósiles. Estos depósitos son de los más interesantes, en ellos he hallado por lo menos 18 especies de fósiles.

El punto que llamaré *u* está situado en la parte sur del cementerio del Buceo, en el lugar por donde ha de pasar la rambla. Estos depósitos son tan interesantes como los del punto t; pero, en vez de presentarse, los fósiles, bajo forma de bancos compactos, como en los dos últimos puntos, en el Buceo se hallan dentro de la tierra removida por los trabajos de los sepultureros. En los futuros trabajos de la rambla, es posible que aparezcan en la misma forma que en *s* y *t*.

También he hallado los mismos fósiles en el ex Polígono, punto *v*, terrenos situados al oeste del cementerio del Buceo; pero las especies son allí menos numerosas.

Para terminar esta enumeración, citaré las camitas delgadas de *Azara*, que se hallan del lado norte de la rambla que va del Parque Rodó a Punta Carretas, cerca de las canteras y al lado mismo de la cuneta de la rambla. Designaré este punto con la letra *w*.

A continuación, doy la lista, más exacta posible, de las especies de los Moluscos y el Crustáceo que he hallado en los 26 puntos citados:

MOLUSCOS DE AGUA SALADA O FUERTEMENTE SALOBRE

1 — *Acmea subrugosa* d'Orbigny = *Lottia onychina Gould,* (lámina IV, figura 1 a, b y c). Vive en las costas del este de la República.

2 — *Anomalocardia brasiliana* Gmelin, (lámina VII, figura 7 a y b). Vive en la costa sur del Brasil.

3 — *Arca bisulcata* Lamarck = *A. Martini* Recluz, (lámina IV, figura 2 a y b). Vive en las costas del este de la República.

4 — *Barnea lanceolata* d' Orbigny, (lámina IV, figura 4 a y b). Vive en las costas del este de la República.

5 — *Bullia cochlidium* Kiener = *Buccinanops cochlidium* d' Orbigny. *Buccinum cochlidium Chemnitz.* Vive en las costas del este, etc., (lámina V, figura 3), variedad gradata.

6 — *Bullia cochlidium,* como por la anterior, variedad lisa.

7 — *Bullia deformis,* King, (lámina V, figura 2). Vive en costas del este.

8 — *Bullia globulosa,* Kiener, (lámina V, figura 1). Vive en costas del este.

9 — *Cardium muricatum,* Linneo, (lámina IV, figura 5 a y b) Vive en costas del este.

10 — *Chlorostoma corrugatum* Koch = *Neompahalius* (*trochus*) *patagonicus* d'Orbigny, (lámina VII, figura 6). Vive en la costa del este.

11 — *Strombus sp?* Un solo ejemplar en el punto I. Ha de vivir en la costa de Maldonado.

12 — *Crepidula aculeata* Gmelin, (lámina VI, figura a y b). Vive en costas del éste.

13 — *Crepidula fornicata* Linneo, (lámina VI, figura a y b). Vive en costas del este.

14 — *Cymbiola brasiliana* Solander = *Voluta bras.* d'Orbigny, *Vol colocynthis* Chemnitz, (lámina III, figura 4). Vive en las costas del este.

15 — *Fissuridea patagonica* d'Orbigny, *Fissurella patagonica* d'Orb., (lámina VI, figura 2 a y b). Vive en las costas del este.

16 — *Fusus sp.?* Un resto de este género en el punto t. Ha de vivir en las costas del este.

17 — *Littorinida australis* d'Orbigny, (lámina VI, figura 3). Vive desde Montevideo hacia el este, en aguas saladas o muy salobres.

18 — *Littoridina sp.?* Vive probablemente en mismos medios que la anterior.

19 — *Mactra isabelleana* d'Orbigny, (lámina VI, figura 4 a y b). Vive desde Malvín hacia el este, en aguas fuertemente salobres o saladas.

20 — *Mactra sp.?* Más corta que la anterior. Hallada particularmente en d.

21 — *Modiolus rodriguezi* d'Orbigny = *Mytilus* (*Brachydontes*) *rodriguezi* d'Orbigny, (lámina VI, figura 5 a y b). Vive desde Montevideo hacia el este, en aguas cada vez más saladas.

22 — *Mytilus edulis*, variedad platensis, d'Orbigny, (lámina VI, figura 6). Vive en las costas del este en aguas saladas.

23 — *Mytilus falcatus* d'Orbigny, (lámina VI figura 7). Vive desde Montevideo hacia el este.

24 — *Mytilus sp.?* De color claro.

25 — *Natica isabelleana* d'Orbigny, (lámina VI, figura 8). Vive en las costas del este.

26 — *Olivancillaria auricularia* d'Orbigny, (lámina VII, figura 2). Vive en las costas del este.

27 — *Olivancillaria brasiliensis* d'Orbigny, (lámina VII, figura 1). Vive en costas del este.

28 — *Oliva puelchana* d'Orbigny. Vive probablemente en costas del este.

29 — *Olivella mutica* Say. Una sola en a. Vive en las costas del este.

30 — *Ostrea ameghinoi* var.Ihering.

31 — *Ostrea puelchana* d' Orbigny.

32 — *Ostrea parasitica* Gmelin.

33. — *Ostrea spraeta* d'Orbigny.

34 — *Ostrea sp.?* Son restos de Ostrea de concha gruesa y algo rodadas y gastadas.

35 — *Pectunculus longior* Sowerby, (lámina VI, figura 9). Vive en las costas del este.

36 — *Pitar rostratum* Koch. Vive en las costas del este.

37 — *Siphonaria lessoni* Blainville, (lámina VII, figura 5 a y b). Vive en las costas del este.

38 — *Tagelus gibbus* Spengler, (lámina VII, figura 7 a y b). Vive desde Montevideo (Cerro) hasta y en las costas del este. Muy grandes en p.

39—*Thais haemastoma* Lea = *Purpura haemastoma* Linneo, (lámina VII, figura 3). Vive en las costas del este.

40 — *Urosalpinx rushi* Pilsbry, (lámina VII, figura 4). Muy numerosos en t. Vive en costas del este.

41 — *Volutella angulata* d'Orbigny, (lámina VII, figura 8). Vive en las costas del este.

CRUSTACEO MARINO

42 — *Balanus sp.?* Muy abundante sobre Mytilus y Modiolus. Vive desde Montevideo hasta y en las costas del este.

MOLUSCO DE AGUA POCO SALOBRE O DE ESTUARIO

43 — *Azara labiata* d'Orbigny, (lámina IV, figura 3 a y b). Vive desde Buenos Aires hasta un poco al este de Montevideo, en Río de la Plata.

MOLUSCO FLUVIAL

44 — *Ampullaria canaliculata* Lamarck. Vive en las lagunas, bañados y arroyos en toda la República.

MOLUSCOS TERRESTRES

45 — *Strophocheilus globosus* Martín, (lámina V, figura 4). Ha de vivir en los departamentos del este.

46 — *Strophocheilus lutescens* King, (lámina V, figura 5).

Vive en los departamentos del este. Poseo ejemplares del de Rocha.

Terminada la enumeración de los fósiles hallados en los 26 puntos citados, presento a continuación, el cuadro N.° 8, en el que se indica para cada punto la lista de fósiles que he hallado, empleando la letra *c* para los ejemplares chicos, *m* para los medianos, *g* para los de gran tamaño; *a*, cuando abundan; *u* cuando se halló un solo ejemplar.

Ese cuadro se incluye con el fin de guiar a los interesados en sus futuras investigaciones y permitirles el hallazgo de especies no mencionadas, sobre todo, en los depósitos de Montevideo, que son particularmente ricos.

En su obra "Les mollusques du Tertiaire et du Crétacé supérieur de la République Argentine", H. von Ihering, publica, en la página 427, una lista de "Mollusques Post Tertiaires de Punta Carretas, á Montévidéo", que le fueron remitidos por varias personas y particularmente, por el doctor F. Felippone, a quien dedica una especie. Esta lista contiene 34 especies, cantidad bien diferente a la mía, que se limita a 18; y tengo sin embargo la certidumbre de haber revisado muy bien estos depósitos, en las numerosas visitas que efectúo cada año, durante las vacaciones a este punto. No es posible que se me hayan escapado 16 especies y, me inclino más bien a creer que, como no fué él quien las recogió, el sabio malacólogo habrá incluído, como del mismo punto, los diferentes fósiles recibidos de sus corresponsales. De todos modos, hay campo abierto para el descubrimiento de nuevas especies y me baso, para decirlo, en la circunstancia siguiente. Casi todos los moluscos de agua salada que he citado en la lista anterior, viven en las costas del este "Rocha y Maldonado"; lo que he podido comprobar gracias a una gentil corresponsal, la señorita Carmen de Franco, directora de la Escuela de Puerto la Paloma, quien, atraída por la belleza de la fauna y flora de la costa uruguaya, ha reunido una hermosa colección, de la que, la mía, benefició con algunos envíos. Ahora bien, en la lista de fósiles (cuadro N.° 8), faltan por lo menos 15 especies de las que me remitió la señorita de Franco. En otro trabajo sobre Malacología que tengo en preparación, he de volver sobre este punto.

CUADR

FÓSILES	PU										
	a	b	c	ch	d	e	f	g	h	i	j
Acmaea subrugosa											
Anomalocardia brasiliana							mp			mp	
Arca bisulcata											
Barnea lanceolata	cp										
Bullia cochlidium (gradata)											
» » (lisa)										ga	
» deformis	mp										
» globulosa	mp										
Cardium muricatum										mp	
Chlorostoma corrugatum											
Crepidula aculeata											
» fornicata											
Cymbiola brasiliana			mp								
Fissuridea patagonica											
Fusus sp ?											
Littoridina australis	aa	p									
» sp. ?											
Mactra isabelleana	ma						ma			gga	
» sp ?					ca						
Modiolus rodriguezi	ma										
Mytilus edulis (platensis)	ca										
» falcatus	mp										
» sp. ?	ma										
Natica isabelleana	cp										
Olivancillaria auricularia											
» brasiliana											
Oliva puelchana											
Olivella mutica	u										
Ostrea ameghinoi (var Iher.)	p										
» puelchana											
» parasitica											
» spraeta	p										
» sp. ?											
Pectunculus longior											
Pitar rostratum							gp			gcp	
Siphonaria lessoni	p										
Strombus sp. ?											
Tagelus gibbus	ma	ma									
Thais haemastoma								mp		ma	
Urosalpinx rushi											
Volutella angulata											
Balanus sp. ?	cp								ca		ca
Azara labiata	ca	ca		cp	gaa	mp					
Ampullaria caniculata											
Strophocheilus globosus											
» lutescens											
CANTIDAD DE ESPECIES EN CADA PUNTO	17	3	1	1	2	1	3	1	1	6	1

úmero 8

'OS

k	l	ll	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	v	w
											ga	p		
				op			mp		ma					
												mp		
	p											ga	ga	
ma	p	p	p	mp								ga		
ma	mp	pa	mp	ma				gaa		m			a	
											aaa	a		
		cp									ma	m		
		cp									ma	m		
											gaa	ma		
											u			
	p			p					a		a			
							u							
ma	mp	ma		mp	mp	a		ga				a	a	
		ca												
				ca		a		m	ma	ggaa	ggaa	ma		
		caa	a	ma										
cp		cp								gp	gp			
m	mp	mp										ma		
ma	mp	mp										ma		
ma	m											m		
p		aa	a	aa					a	mp	a			
				m							m	m		
				gp			ga	m	aa	a	aa			
				p		p								
											mp			
									gp			mp	m	
	mp									p	a	ma		
	n													
				ma			gga		mp			cp		
				p										
											aa	ma	a	
mp				p							u			ca
					mp			gaa						
							a							
											p	p		
											p	p		
9	10	11	4	14	2	3	5	5	7	6	18	20	5	1

Voy a tratar ahora de dividir la serie Querandina en faunas, tomando como base los lugares donde viven actualmente las especies que se hallaron en el conjunto de los depósitos.

Fauna terrestre: los dos Strophocheilus. Es indudable que, cuando estas especies se hallan conjuntamente con otras marinas o fluviales, se trata con toda seguridad, de depósitos removidos o del transporte de las dos especies terrestres, sobre los depósitos marinos, por medio de las aguas de lluvia o de arroyos.

Fauna fluvial: la Ampullaria. Cuando esta especie se halla mezclada con otras marinas o de agua salobre se explica con las mismas razones que en el caso anterior; o bien el depósito que las contiene indica que, el paraje correspondía a un punto de contacto entre un arroyo o laguna, con un estuario o con el mar.

Fauna de agua poco salobre: la constituye sobre todo la Azara, y quizás un poco la Mactra sp.? y la Littoridina australis. Cuando la Azara se halla mezclada a otras especies marinas o de agua salobre, indica que el paraje ocupado por el depósito corresponde a agua mitad salobre, mitad dulce (un estuario); más o menos la posición de Montevideo; a no ser que, con el correr del tiempo, esta especie se haya adaptada al agua dulce. A los efectos de clasificación, indicaré esta fauna con el N.° 1.

Fauna de agua francamente salobre: Esta fauna parece representar un paraje parecido a la desembocadura del Río de la Plata, más o menos la parte comprendida al este de Pocitos. En efecto, desde el Cerro se pueden hallar algunas especies, tales como escasos Tagelus, Mytilus falcatus y Modiolus rodriguezi (las dos últimas especies con numerosos Balanus), así como Littoridina. En el Buceo, los Mytilus y Modiolus son especialmente abundantes y forman, detrás del Cementerio, en la playa, grandes montones. Su estado de conservación no permite dudar de que viven en este paraje; en todo caso, no pueden proceder de muy lejos.

En Malvín y sobre todo en Carrasco, ya no son sólo las especies citadas cuyos restos abundan, sino también Mactra isabelleana y Ostrea amghinoi var. Ihering?. Esta fauna será

designada con el nombre de *intermedia* o N.° 2, por contener especies de la fauna poco salobre y otras de la salada.

Fauna de agua salada o marina, N.° 3. Comprende todas las especies, menos los Strophocheilus, la Ampullaria y la Azara.

No me atrevo todavía a dividir esta última fauna N.° 3, si bien entiendo que más tarde puede haber lugar a ello.

Estamos ahora en condiciones de iniciar una división, que presento en el cuadro N.° 9, en el que se indican, para cada fauna, los depósitos que le corresponden.

FAUNAS	Depósitos
Marina o número 3	c, f g, i, r, s, t, u, v.
Intermedia o númeto 2	a. b, k, l, ll, m, n, ñ, o, p, q.
Poco salobre o número 1	ch, d, e, h, j, w.

Para terminar con esta transgresión, diré que, los depósitos *s*, *t* y *u* de Montevideo, descansan directamente o casi, sobre la roca cristalina; no están situados a mucha altura sobre el nivel del río y carecen de los depósitos arenosos de los que se habló al describir los de la región de Colonia.

En los diferentes trabajos de Ihering, se notará que, muchas de las especies citadas se indican como fósiles de la Formación Pampeana (sobre todo del Piso Interensenadense, que corresponde al Mesopampeano). Los depósitos que he citado, no pueden, tanto del punto de vista individual como colectivo, considerarse como sincrónicos de tal piso. La edad mayor que se les puede atribuir es la del Neopampeano: pisos Belgranense, Bonaerense y Lujanense, muy ricos en fósiles de mamíferos; pisos de los que hablamos extensamente en el capítulo ''Formación Pampeana'', por corresponderles la mayor parte del limo donde se hallaron los fósiles citados. Los depósitos que designo con el nombre de Querandinos están situados por encima del limo pampeano; de manera que queda explicada mi anterior opinión de que su mayor edad es la del *Neopampeano superior*.

GRUPO N.° 6

FORMACIÓN POSTPAMPEANA

En el capítulo anterior, se indicó algo de esta formación, al hablar del limo loéssico y de la tosca superpuesta a los depósitos Querandinos del punto *a.*. Se dijo entonces que, en este paraje la separación entre el Neo y Postpampeano era bien definida por la presencia de dichos depósitos, mientras que, en los puntos donde no existían los restos de la última transgresión, el limo pampeano continuaba hacia arriba transformándose poco a poco en un limo cada vez más loéssico, hasta llegar a la tierra humífera de la superficie.

En tales condiciones, era difícil establecer una separación exacta y, estas condiciones son las que se presentan generalmente en las demás barrancas del departamento. Cuando hayan desaparecido los restos marinos del punto *a,* los que, como se dijo, no pueden extenderse muy lejos por debajo de los terrenos postpampeanos, el aspecto de esta barranca será probablemente, parecido al de las demás. De manera que, por el momento, si queremos bien definir la separación, hay que tomar el punto indicado como tipo. Dicho esto, vamos a estudiar el limo postpampeano, partiendo de la superficie del suelo.

Debajo de la capa superficial de tierra negra, donde las plantas echan sus raíces, hallamos la formación loéssica de color rojizo, en la que se esfuma, poco a poco, el color negro de la capa humífera superior. El espesor de este ''Loess'' es variable y él también, va trocando progresivamente su color rojo en otro cada vez más blanco, hasta llegar a la tosca.

Esta *decalcificación* del loess superior se explicó en otro capítulo. En la parte rojiza, se ven también, *los niños del loess,* de los que se habló en el mismo capítulo; estas concreciones son particularmente visibles en el punto 6 (mapa 2), a la izquierda de la avenida del cementerio, de donde se extrajo material para consolidar la calzada. En otros puntos, como ocurre en el 14 (Cuchilla de la Pólvora), en el mismo desmonte de la carretera, se notan los huecos característicos que las aves cavan en el limo resistente, para hacer su nido.

Se puede decir que, donde no hay médanos o afloramientos de roca cristaliza, el loess es el verdadero suelo, ya que la capa de tierra negra es generalmente muy delgada. La capa superior rojiza forma, conjuntamente con el humus superficial, el suelo arable. En cuanto a la inferior, de color blanco, puede considerarse como estéril. En las pendientes de los campos no cultivados, las aguas de lluvia, al arroyar, arrastran la parte fértil en la que forman zanjas, y llevan los elementos disueltos a los huecos de relieve terrestre, dejando de este modo el loess inferior, muy calcáreo e improductivo. El Bañado de la Caballada ha recibido así, una gran parte de los elementos fertilizantes de las regiones vecinas y sería de desear que las autoridades municipales o los propietarios emprendedores tratasen de recuperar, por medio de drenajes o por disciplina del arroyo, aquellos miles de hectáreas, tan bien situados, que no producen actualmente sino juncos, con excepción de aquellas partes donde algunos propietarios previsores y progresistas aprovecharon los terrenos anegadizos plantando en ellos sauces y álamos.

Estos trabajos no pueden, a mi parecer, resultar muy costosos y, sin perjuicio de la recuperación de terrenos fértiles, se terminaría con los fastidiosos y peligrosos mosquitos, que se crían con toda tranquilidad, a la orilla misma de la población. Pero volvamos al loess.

En algunos lugares, dentro del limo loéssico, encontramos una especie de arenisca fácilmente desmenuzable y otras veces se hallan capas de diluvium (arena y tierra arrastradas). En cuanto a la tosca, ora puede formar bancos espesos o presentarse bajo forma de delgadas capas que, también pueden alternar con las demás rocas citadas.

En la fotografía 12, (punto II, mapa 2), el suelo donde pisan las dos personas pertenecen a la transgresión Querandina; el hueco que se ve detrás de ellas corresponde a un banco de arena voladora de color blanco que, las aguas venidas de la parte superior, han excavado por debajo del banco tosoco que le es superpuesto. Esta entrada es la mayor de las que se notan actualmente en la barranca y se habló de ella en el capítulo anterior.

En la fotografía 13, las dos personas se han trasladado a

la parte superior del banco calcáreo; por detrás de ellas, se halla el loess más o menos resistente, que va hasta la parte superior de la barranca ocupada por la avenida General Artigas, lo que representa una altura de limo de 5 metros, los que, agregados a los 9 metros inferiores, suman una altura total de la barranca de más o menos 14 metros por encima del nivel del río.

Trescientos metros más al norte, en el punto 12, al que corresponden las fotografías 14 y 15, la barranca cambia por completo de aspecto; por debajo de 2 a 3 metros de loess, bien característico, se nota una capa de grava removida a la que sigue una parte poco toscosa, medio oculta por los detritus de loess superior. Sin embargo, en la fotografía 15, se nota un banco de arenisca rojiza a pocos metros de altura y debajo de ella hay varias capas de arcilla plástica cuyo perfil está tapado por los detritus precitados. En esta parte de la barranca, la tosca se presenta bajo forma de placas duras que, al desprenderse, caen en la playa.

Las fotografías 16 y 17 corresponden al punto 13 del mismo mapa. En ellas, se nota, en el loess, algo como una estratificación que, en realidad, es debida más bien a diferencia de color del limo por la presencia de carbonato de calcio, en 16, y de tosca dura, en 17. En la playa, se notan grandes bloques de la misma, que se han desprendido de la barranca. La fotografía 18 es un detalle de la anterior, así como la 19; en cuanto a la fotografía 20, es una vista de la misma barranca mirada de este a oeste. La tosca, cuyos bloques abundan en la parte inferior de este paraje barrancoso, es de consistencia muy dura y su aspecto algodonoso o de hojaldre puede verse en las fotografías 21 y 22, respectivamente. Se trata de concreciones calcáreas dentro de la masa arcillosa del loess que, al despeñarse, pierden por disolución, la arcilla, quedando la parte calcárea muy resistente a la acción de las aguas. Es de extrañar que no se haya tratado de sacar partido de esta roca, sea en la elaboración de cal o como material de liga, en construcción de caminos, por ejemplo.

En cuanto a la formación de la tosca, es la misma que se explicó anteriormente al hablar del loess; en efecto: en el corte de la barranca, se nota perfectamente, el cambio paula-

tino de color desde el negro de la parte humífera, al rojizo del limo que palidece poco a poco, hasta llegar al blanco de la tosca. Por estas fotografías, el lector se dará cuenta del desgaste que sufre constantemente la barranca, desgaste que se acentúa por la circunstancia de descansar, el conjunto, sobre bancos de arcilla plástica que ocupan la misma playa y en la superficie de los cuales, corren numerosos hilos de agua, particularmente un poco más al norte del punto 13.

En las mismas fotografías, la arcilla está oculta por ligeras capas de arena; pero, en el lugar indicado, la arcilla queda a descubierto. Debido a la humedad de la parte inferior de la parte loéssica, se produjo allí, hace años, un movimiento local, cuyas consecuencias pueden todavía apreciarse por los testigos que ha dejado.

Tanto en el loess como en la tosca, no me fué dado hallar fósil alguno, a pesar de mis múltiples investigaciones. Lo único que encontré fué, en ciertos puntos y dentro de la masa loéssica, pedazos de cuarzo, ligeramente rodados, así como otros de feldespatos, pero, de tamaño menor. Los primeros llegan hasta el tamaño de una gruesa avellana y están distribuidos irregularmente, pero, con un cierto agrupamiento que no puede, sin embargo, asimilarse a una verdadera camada. Esta presencia no puede explicarse con la sola teoría eólica, y he de ocuparme, más tarde, de esta formación, en otro trabajo más especializado; pues el loess necesita un estudio más completo sobre todo desde el punto de vista agrícola.

DEPÓSITOS FLUVIALES

En el curso de algunos arroyos, he encontrado unos depósitos formados por un limo negro, verdadero humus, que aprisiona cantidad de conchas de moluscos fluviales o de lagunas. Sobre el arroyo San Pedro, punto G, mapa 2, el limo, de gran espesor, contiene sobre todo: *Ampullaria canaliculata* Lamarck, molusco que vive actualmente en esteros, lagunas y arroyos. En varios puntos del arroyo San Juan y del Miguelete, he hallado multitud de *Diplodon parallelipipedon* Lea, y otros de una forma parecida á *Diplodon wimani* Lea.

Esas conchas están aprisionadas por un limo negro, y aparecen por lo general de color blanco, por haber perdido la cutícula y parte del exterior del test. Por su posición, estos depósitos parecen sincrónicos del loess superior y, a mi entender, fueron producidos por existir ensanchamientos de dichos arroyos en forma de bolsas lagunosas, donde se depositó el limo humífero, hasta que, por haberse rellenado, el río se desvió hacia otro lado.

Estos depósitos no son pues muy viejos, pero tampoco son actuales, lo que queda demostrado por la conservación imperfecta del test de los moluscos.

He encontrado este mismo limo turboso, pero sin fósiles, en la playa del Río de la Plata, entre el puerto de Conchillas y Punta Pereira, así como cerca de la desembocadura del arroyo de las Víboras.

Por otra parte, el lector recordará lo que se dijo respecto a los depósitos *p* (mapa 1), donde el limo es el mismo, y si bien la Ampullaria se halla allí, los moluscos que abundan son de fauna salobre y salada. Esta circunstancia me hace suponer que se trata allí, del punto donde el arroyo desembocaba en el mar querandino.

Para terminar recuerdo también lo que se dijo de los depósitos *r*, departamento de San José, donde los moluscos de faunas salobre y salada están aprisionados en un limo humífero bastante parecido al de los depósitos fluviales.

MÉDANOS

Por el mapa N.° 2, se habrá notado la gran extensión que tienen los médanos en la región de la ciudad de Colonia. Por lo demás, más de la mitad de la costa del departamento está ocupada por médanos más o menos anchos. En el mapa 1, se indicaron las partes barrancosas con doble costa, de manera que, casi todas las demás corresponden a las arenosas.

Varias empresas areneras han adquirido estos terrenos y explotan la arena exportándola, en su casi totalidad, a Buenos Aires, donde es muy apreciada. La aduana recauda, por concepto de impuesto a esta exportación, sumas mensuales bastante crecidas.

Algunos de estos depósitos arenosos son relativamente antiguos mientras que otros están actualmente en formación. Es claro que, debido al empuje continuo de las olas y del viento, la arena llega a cubrir todo lo que se presenta a su paso, ocultando de este modo las formaciones más antiguas. Sin embargo, estos médanos no constituyen peligro alguno para la agricultura ni para las poblaciones, a no ser la arena voladora del médano situado en la parte sur de la desembocadura del arroyo de las Víboras y, alguno que otro punto, tales como el que se halla al este del arroyo de la Caballada, y en las cercanías de Juan Lacaze. La explotación ha contribuido, en gran parte, a quitarles tal carácter, particularmente cerca de la ciudad de Colonia.

Los que explota el Sr. Ferrando, mapa 2, descansan, como se ha dicho, sobre los restos de la transgresión Querandina; vale decir, que su edad no es muy grande y, sin embargo, pueden considerarse como los más altos de la región. Las fotografías 23, 24, 25, 26 y 27 demuestran la importancia de estos médanos y el sistema moderno de la explotación. Estas fotografías fueron sacadas cerca del punto llamado ''Ex-molino de agua'', y constituía el médano más potente, pudiendo considerarse a la hora actual, como desáparecido, bajo los ataques de la draga (fotog. 25).

Otros médanos descansan directamente sobre las rocas cristalinas, por lo tanto, es de suponer que hayan principiado anteriormente a los demás, pues están situados muy cerca unos de otros; a no ser que, ciertos fenómenos hayan arrancado de su sitio los depósitos que se hallaban ya por encima de dichas rocas.

En ciertos médanos antiguos, se notan, en el corte, pequeñas capas de tierra humífera, lo que parece indicar que durante su formación, transcurrieron intervalos de tranquilidad suficientes como para permitir épocas de vegetación. Otras veces, se hallan, en los médanos, cantos rodados de gneis o de esquitos, ligeramente rodados, característicos de un litoral fluvial. En fin, también hay que hacer notar las corrientes interiores que han dejado su firma por medio de fósiles transportados y, recuerdo aquí, al efecto, lo que se dijo, referente al punto **11**.

En el capítulo "Paraderos", volveré a hablar de los médanos.

MOVIMIENTOS EXPERIMENTADOS POR ESTA PARTE DE LA COSTA

Después de todo lo expuesto, caben dos palabras sobre los movimientos que ha sufrido la costa de esta región.

A los efectos de mejor explicación, acompaño un cuadro, número 10, representando 3 perfiles de la barranca sobre el Río de la Plata; los que corresponden: el primero, a la Barra de San Juan, el segundo, a la desembocadura del Caño (parte este), y el último, al punto 11 de la Bahía de Colonia, alejados unos de otros de 15 y 9 kilómetros respectivamente.

Partiendo del principio que se puede tomar la altura del océano, más o menos en Montevideo, que dista de Colonia unos 150 kilómetros en línea recta, resulta que, el nivel actual del río en esta, es de 3 metros, por encima del de Montevideo y, en la barra de San Juan, de 3m. 50.

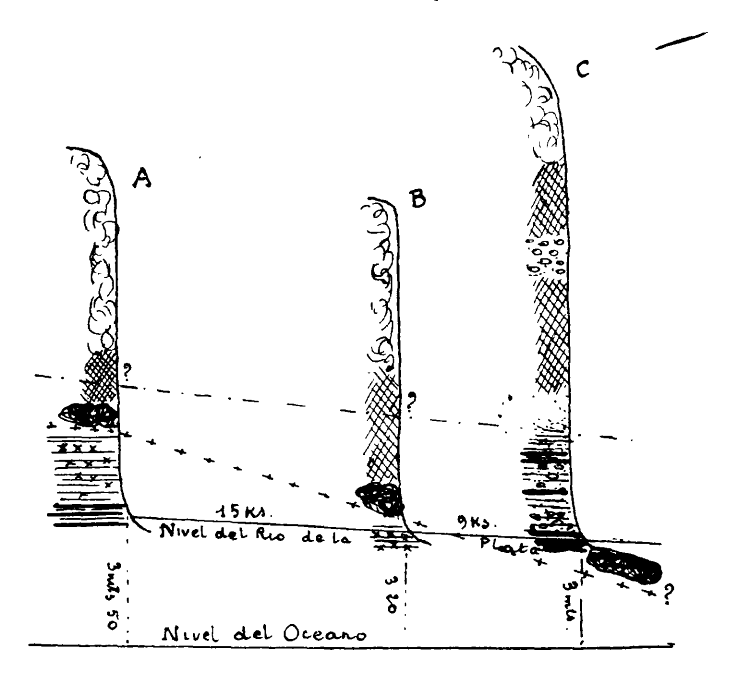
CUADRO N.º 10

CORRELACIÓN DE BARRANCAS

Escala vertical (más o menos). . . . . . $\frac{1}{210}$

Escala horizontal (más o menos). . . . . $\frac{1}{400\ 000}$

A. Barranca de la Barra de San Juan
B. » al Este del Caño
C. » Bahía de Colonia (punto II)



Limo pampeano – Loess – Tosca
Arena – Guijarros – Arcilla
Depósitos Entrerrianos – Dep. Querandinos
+ + + + Transgresion Entrerriana
—.—.— » Querandina
? Posicion supuesta de la Transgresion

Los perfiles aparecen verticales, aunque no estén así en la realidad, sobre todo el tercero. Se notará que el loess tiene un espesor más o menos igual en todo el largo, si bien puede variar en algunos puntos. Debajo del mismo. aparece un espesor variable de tosca postpampeana y, en su parte inferior, encontramos vestigios bien visibles de la transgresión Querandina, particularmente en el perfil número 3, pues en el 2.° estos restos se suponen, así como en el 1.° donde pueden haber escapado a mis observaciones

A continuación, se halla el limo francamente pampeano (neo y meso), por debajo del cual están los restos de la transgresión Entrerriana, que existen en los 3 perfiles.

La falta real o aparente de vestigios de la transgresión Querandina en las dos primeras barrancas, cuya presencia hemos constatado en Carmelo y Nueva Palmira, parece corroborar mi opinión emitida más arriba, de que estos depósitos no pueden existir muy lejos debajo del limo loéssico. Con toda probabilidad, se depositaron únicamente en ciertas entradas de los ríos actuales y, debido a su poca consistencia, los testigos que pueden haber existido en las regiones de los dos primeros perfiles no llegaban hasta el corte actual de la barranca, habiendo desaparecido hace tiempo, por efecto del retroceso de la misma.

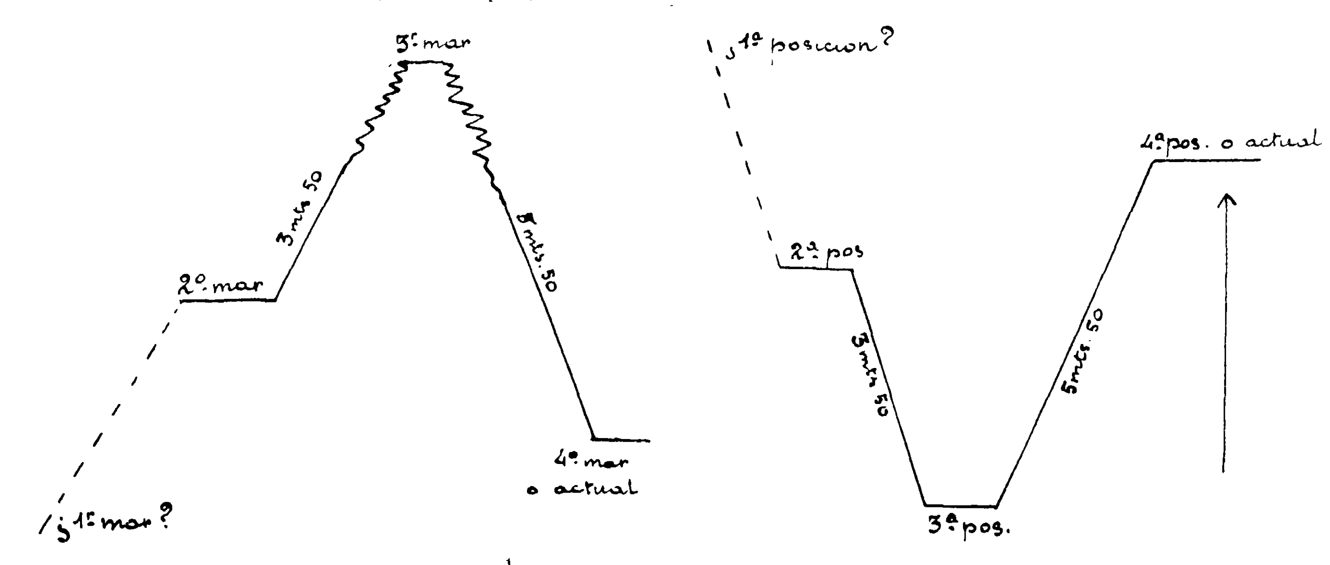
Esta explicación se aplica también a lo que se dijo anteriormente, sobre la continuación del limo loéssico, desde el Oligoceno o, cuando más desde el Mioceno.

Ahora bien, para que el lector tenga mayor facilidad llamaré, los diferentes mares, del modo siguiente: Mar número 1, anterior al pampeano, cuya posición exacta no conocemos; mar número 2, al mar entrerriano; mar número 3, al mar querandino, y mar número 4, al actual océano.

A continuación, en el cuadro número 11, aparece un esquema (número 1), en él que se puede ver, a la escala de 1|100, las diferencias de nivel sufridas por los diferentes mares en la Bahía de Colonia.

CUADRO N.° 11

Esquema N.° 1	Esquema N.° 2
Movimientos aparentes del mar	Movimientos verdaderos de la costa



Escala $\frac{1}{110}$ El centímetro = 1 metro 10 = 1 centímetro 10

Pero, recordando que el nivel de las aguas del océano poco varía y que una diferencia de altitud de un punto dado de la costa debe atribuirse a un levantamiento o descenso de ésta, provocado por fuerzas generalmente subterráneas, podemos decir que el esquema número 1 representa unos movimientos aparentes del mar y que, en realidad, los verdaderos movimientos los sufrió la costa en este punto y son los que indica el esquema número 2 del mismo cuadro.

De este segundo esquema, se deduce lo siguiente: Antes del mar entrerriano, existió, por lo menos, un mar de altitud menor que la del limo pampeano y de las rocas cristalinas, altitud que no conocemos, y por lo tanto, se expresa lo que a él se refiere, por medio de punteado. Se entiende que, para que esta explicación venga al caso, no se debe admitir la intervención marítima en la formación del limo pampeano. En cierto momento, que corresponde al tiempo en que se formaba el eopampeano, se produjo un descenso de la costa, cuya medida no conocemos, pero sí los efectos puesto que el mar número 2 invadió esta región y la ocupó durante un tiempo probablemente largo, a juzgar por la importancia de los depósitos que dejó. De este mar, conocemos la altitud, en relación con los mares posteriores; tenía, en la bahía de Colonia, punto 11, una altitud de más o menos 2 metros 50, relacionada con la del mar actual.

A continuación, se produjo un ascenso de la costa, retirándose el mar: tiempo durante el cual, se formó el limo *meso* y sobre todo *neopampeano;* época de los grandes mamíferos.

En cierto momento, que corresponde al final del *neopampeano,* se produjo un nuevo descenso de la costa actual, ya formada, invadiendo las aguas marinas particularmente el estuario actual, el bajo Uruguay y la misma parte del Paraná.

Al penetrar las aguas sobre el limo pampeano, destruyeron la parte superior cuyos componentes se depositaron en el fondo de este mar, conjuntamente con los moluscos del tiempo. Este descenso alcanzó la cantidad de 3 metros 50.

Después de varias oscilaciones, que se reconocen por la

gran cantidad de capas de depósitos y de fósiles, se produjo un segundo ascenso de la costa, que no ha terminado aún; lo que se representa en el esquema número 2 por una flecha punteada; pero, del que se sabe que ha alcanzado ya la cantidad de 5 metros 50.

Se podría objetar que, los esquemas de los perfiles de las demás barrancas Nueva Palmira, Punta Gorda, San Juan, etc.'... comparados con el de Colonia, darían alturas discordantes; a esto contestaré que, los movimientos de ascenso, o de descenso, cualquiera que sea su origen: fuerzas perpendiculares o tangenciales, no se efectúan de modo uniforme en una extensión de tantos kilómetros: unos puntos sufren más o menos que otros, la influencia. Por lo demás, mi intención no es la de hacer polémica, sino la de constatar el sitio ocupado por los testigos de cada movimiento de un lugar dado.

De todos modos, no es posible negar los dos movimientos contrarios: un pequeño descenso de la costa seguido de un levantamiento más importante, con tres períodos de reposo: uno intermedio y dos extremos.

Al terminar este capítulo, creo conveniente agregar el cuadro N.º 12, en el que presento los perfiles de las transgresiones "Entrerriana y Querandinas", así como uno de la fauna Azara.

Como indicación, debo decir que, los depósitos entrerrianos parecen tener una altitud mayor en el Uruguay que en la Argentina.

Por ejemplo, mientras están situados en nuestra costa a una altura más o menos igual a la del Río de la Plata, los autores Argentinos F. Ameghino, S. Roth, etc., dicen que, en la costa argentina del Río de la Plata, sólo se encuentran debajo de tierra (a unos 20 metros). Por otra parte, los restos de las demás transgresiones parecen estar situados siempre un poco más alto en nuestra costa; lo que parece indicar un movimiento de ascenso mayor para nuestro territorio.

El ascenso menor ha de corresponder a la Provincia de Buenos Aires; pues, todos los depósitos, tanto en Entre Ríos y Santa Fe, como en Río Negro (Patagonia), ocupan un lugar por encima del nivel actual del mar.

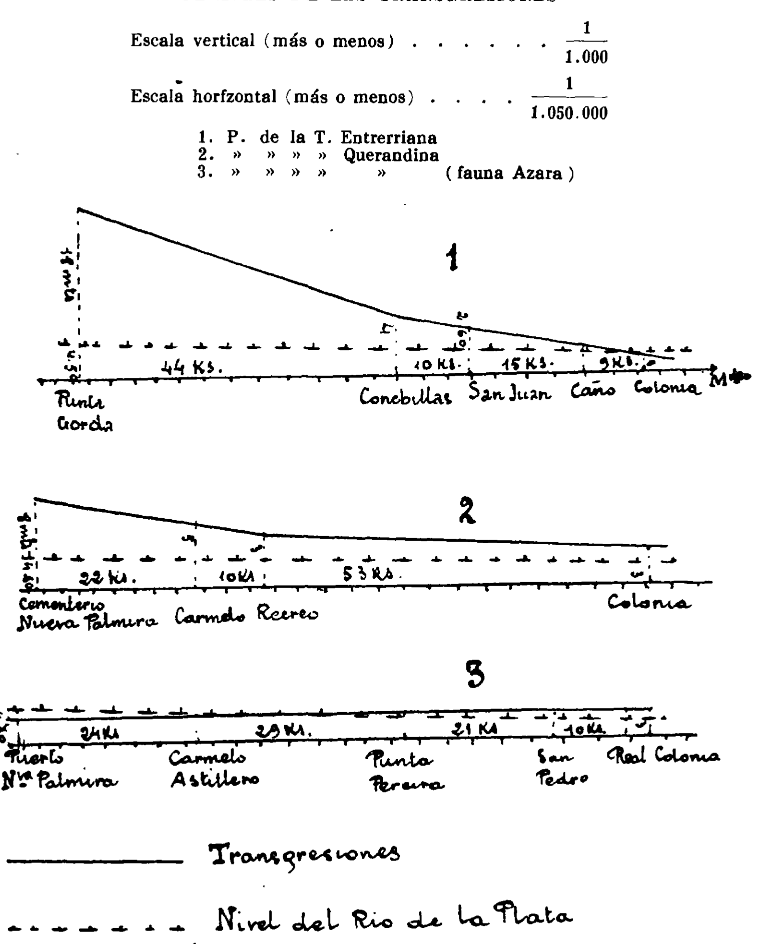
CUADRO N.° 12

PERFILES DE LAS TRANSGRESIONES

Escala vertical (más o menos) . . . . . . $\frac{1}{1.000}$

Escala horizontal (más o menos) . . . . $\frac{1}{1.050.000}$

1. P. de la T. Entrerriana
2. » » » » Querandina
3. » » » » » (fauna Azara)



RESUMEN GEOLÓGICO

Habiendo terminado lo que se refiere a Geología y Paleontología, creo conveniente agregar el cuadro N.° 13, en el que se establece un resumen de los grupos estudiados, con sus correspondientes caracteres litológicos.

CUADRO N.° 13

FORMACIONES	Rocas primitivas	Depósitos marinos	Limo pampeano	Bancos de arcilla	Depósitos fluviales	Tosca ó muñecas del loess	Arena o arenisca floja	Cascajo o cantos rodados	Loess blanquecino	Loess rojizo	Tierra negra	Médanos
Actual											X	X
Aluvial					X	muñ			X	X		
Diluvial						tos		cas				
Post Pampeana				X			are X					X
Post Pampeana — Transg. querand. — salobre		X										
Post Pampeana — Transg. querand. — intermedia		X		X			X	c.r.				
Post Pampeana — Transg. querand. — salida		X										
Neopampeana			X	X			X					
Mesopampeana		X	X									
Eopampeana — cuspidal		X										
Eopampeana — intermedia		X										
Eopampeana — basal		X										
¿Infrapampeana ?.			X									
Hiato	....	....	....	....	....	....	....	......	......	....	......	......
Pizarras.	X											
Gneis	X											

PARADEROS INDIOS

Aunque esta parte etnográfica no pertenezca mucho a la Historia Natural, creo, sin embargo que, lo relativo a los aborígenes, no queda fuera de lugar en unos apuntes de esta clase, ya que se podrían clasificar los datos que van a seguir, en la Prehistoria, o cuando menos, en la Historia de la Epoca de la conquista, es decir, anteriores a la verdadera Historia patria.

En este capítulo, sólo se hace mención de varios hallazgos efectuados durante mis excursiones.

Los médanos del señor Ferrando contienen una serie de "paraderos de indios" muy ricos en ejemplares de la industria charrúa. Mi atención había sido llamada, desde mi llegada a Colonia, por la presencia de numerosos pedacitos de pedernal (éclats de silex), en dichos médanos; presencia que había constatado durante mis excursiones botánicas. Me había propuesto dedicarme a su investigación, cuando tuve que ausentarme repentinamente del país en Agosto de 1914; a mi regreso, mi estado físico me inhabilitó durante mucho tiempo para proseguir estas excursiones fatigosas.

Cuando me fué permitido reanudarlas, volví a visitar estos parajes, y a la verdad que lamenté mucho el tiempo transcurrido, puesto que estos médanos que pertenecían antes a personas que no los explotaban, habían sido adquiridos con el fin que se sabe. Uno de ellos, donde existía el paradero que llamaré N.° 2, ha desaparecido casi por completo, como se dijo en el capítulo correspondiente, bajo los efectos de la explotación, perdiéndose, por esta razón, y quien sabe cómo, muchos testigos interesantes. En esas empresas, tanto patrones como obreros, poco se interesan por la ciencia y, cuando se solicita una colaboración o una donación, no entienden su importancia o bien le dan un valor exagerado que no es el científico.

Durante mis excursiones, he podido constatar la existencia de por lo menos 3 paraderos en los alrededores de la ciudad de Colonia (lado este) y, hago notar de paso que la ayuda prestada por algunos estudiantes fué muy eficiente.

Los 3 paraderos están indicados con su número correspondiente en el mapa N.° 2 y puedo agregar que, poseo además objetos recogidos en los médanos del Real de San Carlos y que, desde el paradero N.° 3 hacia el este, continúan, si bien de modo que no he podido todavía bien especificar, hasta más allá de la desembocadura del Arroyo Rosario. Se trata allí, de un recorrido largo y penoso, que no he podido todavía llevar a cabo; pero, tengo indicios de su presencia, por varios objetos que he adquirido como provenientes de esta costa.

Los Charrúas, como se sabe, no se alejaban mucho de las corrientes de agua sino para cazar o buscar piedras con que preparar sus armas; de manera que, sus campamentos predilectos, probablemente en ciertas estaciones, fueron los médanos de la costa donde podían trabajar más cómodamente sus útiles de piedras, por tener allí material para el desgaste, agua cercana y abrigo contra los vientos. Estos campamentos se llaman paraderos; se hallan siempre en las hondonadas y se reconocen por la gran cantidad de piedras de todas clases traídas a veces de muy lejos, a juzgar por el sitio donde se las explota actualmente.

Lo que, generalmente, llama más la atención, es la cantidad de piedras gruesas, desde el tamaño de un puño al de una cabeza; otras son más grandes y más chatas; en fin, algunas veces, se notan algunas más grandes todavía, dispuestas en forma de círculo, lo que parece indicar un ex fogón. Además, abundan, todo alrededor de las piedras muy visibles, los pedacitos de pedernal ya citados, que la arena cubre o descubre al capricho de los vientos. También se hallan, pero en cantidad mucho menor, restos de alfarería y pedazos de armas rotas, siendo muy raro encontrarlas en perfecto estado en los paraderos, puesto que fueron trabajadas allí, pero empleadas en la caza o en la guerra.

Del primer grupo, es raro que se halle algo interesante; sin embargo, he recogido entre estas piedras, algunas que sirvieron de *martillos* en la fabricación de armas de silex (pedernal), los que a veces tienen una depresión en el centro para el pulgar, otros por ser *núcleos* de boleadoras; de las chatas, he coleccionado *morteros* y *pulidores* de granito y de anfibo-

lita, ejemplares muy interesantes, que suelen tener del otro lado, un agujero probablemente para la producción de fuego por frotamiento rotativo; algunas de los pulidores son más delgados y menos resistentes (pizarra o gneis) y deben de haber servido para moler colores.

Del grupo pedazos de pedernal, tengo numerosos residuos de *flechas* de tipo muy primitivo (flecha perdida, sin pedúnculo), que a veces parecen haber sido trabajadas de un solo lado, restos de *cuchillos, raspadores* y *sierras*. Encontrados algunos en paraderos, pero la mayor parte en las afueras de los médanos, he tenido toda una serie de armas lascadas y pulidas: *flechas hasta con pedúnculo, cuchillos, boleadoras*, de diferentes tamaños y formas. Entre las *lisas,* algunas grandes completamente esféricas, otras de tamaño menor; las hay de forma de *pera;* algunas parecidas a un *limón* y otras de forma de *huevo* o de *queso*. La mayor parte de las boleadoras o *piedras arrojadizas* tienen uno o dos surcos y aquí, la forma varía otra vez, de la *esférica,* a la *ovoídea,* y de la *cilíndrica,* a formas indeterminadas. También he hallado *moldes internos* de moluscos de tal dureza que fueron empleados para golpear.

No hay que olvidar los *rompecabezas* de piedra dura, con sus puntas tan bien trabajadas.

En lo que se refiere a *alfarería,* he hallado muchos trozos de *ellas* en diferentes lugares; pero, no he podido dar con una entera. En el paradero número 2, abundan, en los flancos de ciertas eminencias cubiertas de gramíneas y arbustitos, en las que quedó defraudada mi esperanza de hallar algún túmulo. Algunos obreros me confesaron haber encontrado huesos humanos durante la explotación de los médanos, pero, no puedo citar esto más que como mera suposición, pues no se puede asegurar sino lo que se ha visto con sus propios ojos.

Cerca del arroyo Riachuelo, tuve un día, una agradable sorpresa al encontrar un *rompecabezas de arenisca rosácea.* También he sido obsequiado con dos ejemplares, encontrados separadamente, de una masa de barro cocido de forma achatada, pero ovoídea de frente y con un agujero en la tercera

parte superior, así como una pequeña canaleta. Una de ellas tuve el gusto de remitirla al Museo Nacional de Historia Natural, conjuntamente con varios de los objetos anteriormente citados y, aunque no conozca su uso, creo que se trata de *adornos de pecho,* que se usarían colgando del cuello, o bien como pesas de redes de pescar, pues su escasa dureza no permite suponer que hayan servido como armas, sea atadas o sea de arrojar.

En cuanto a los restos de ollas, el dibujo de los bordes es de lo más sencillo; o no existe dibujo o bien se trata de estrías separadas o de dos o tres cordones paralelos de líneas quebradas.

El paradero N.° 3, que es el que conserva todavía más su carácter de tal, está situado sobre un banco postpampeano cuyos fósiles (querandinos) rodean a las piedras que transportaron allí los indios. Se notan además, restos de cenizas compacta y también huesos de roedores (nutria) y de pescados, así como algunas valvas de moluscos que viven actualmente en los arroyos.

En los paraderos, he hallado también minerales metálicos que proceden de muy lejos y poseo algunas armas, del tipo de las de la piedra pulida, pero enteramente de hierro, y pulidas del mismo modo que aquellas.

No se trata aquí de una vana enumeración, todos estos ejemplares están en mi poder o fueron regalados a instituciones del Estado o a personas competentes y, si me he permitido insistir al respecto, es con el fin de hacer notar que, la investigación seria y tenaz puede impedir que se destruyan diariamente, por ignorancia de sus accidentales descubridores, cantidad de valiosos ejemplares etnográficos o paleontológicos que, en buena ley, pertenecen a la Nación, o cuando menos a la ciencia nacional.

Preveo la objeción de que esto incumbe al Museo Nacional de Historia Natural; pero, los que conocemos lo exiguo de su personal superior, (que ni siquiera cuenta con un "naturalista viajero"), los que estamos enterados del reducido sueldo de ese personal y de la ínfima partida anual que se asigna al Museo para gastos, podemos contestar que esa institución

no puede intervenir actualmente de modo eficaz, en el sentido indicado.

Y, aunque pueda hacer sonreir a los doctores, soy de opinión que falta una ley que salvaguarde los intereses de la ciencia; el Estado o los Municipios deberían fomentar el descubrimiento de tales testigos de la historia pasada; pero conservar siempre un derecho sobre los hallazgos. Por ejemplo, se podría premiar a los descubridores y distribuir los ejemplares entre los Museos Nacionales y futuros Museos Municipales (sic); en caso de existir suficientes ejemplares, se devolverían a los descubridores o se utilizarían para el canje.

A los efectos científico - económicos, sería muy beneficiosa para el país, una ley que obligara a los interesados a declarar, ante autoridades especiales, toda excavación de cierta profundidad y diámetro.

En 1923, quise poner en práctica este parecer y, de acuerdo con dos colegas liceales, convenimos presentar a la Asamblea Representativa de este Departamento, de la que uno de ellos era miembro, un proyecto de Museo, esencialmente departamental, pero de carácter muy amplio, es decir: Histórico, Natural, Industrial, Geográfico, Bibliográfico, Panorámico, etc., en una palabra, un Museo y Exposición permanente de todo lo que se refiere al departamento de Colonia.

Después de unas conversaciones bastante bien encaminadas, tuvimos que suspenderlas en espera de la resolución de un asunto local que servía de base a la "financiación" del proyecto. Durante la espera, un miembro del Concejo Departamental de Administración, (¿inspirándose quién sabe en qué fuente?) presentó, sin éxito, por otra parte, un proyecto algo parecido al que nos ocupa; de manera que tuve que aguardar tiempos mejores para poder exponer estas ideas.

Ahora bien, coordinadas estas notas, me entero con verdadera satisfacción de dos casos ocurridos en la República Argentina que confirman mi opinión y le quitan el carácter extraordinario que pudiera parecer a algunos.

En 1923, en ocasión del hallazgo de una piedra "craneiforme" se originó una polémica publicada en "La Nación" de Buenos Aires, respecto a su posible exportación, y se citó la

ley N.° 9080 por la que se declaran de propiedad nacional los yacimientos de carácter arqueológico, antropológico, paleontológico, etc., prohibiendo la exportación de los ejemplares hallados, cuando son de interés, etc., y, para cuyo cumplimiento existía una comisión integrada por los directores de los tres Museos siguientes: el de Historia Natural y el Etnográfico de Buenos Aires, y el de Historia Natural de La Plata.

Además, en el corriente año (1924), recuerdo haber leído una nota del director del primer museo citado, señor Martín Doello Jurado en la que se aconsejaba "la compra de las colecciones de Florentino Ameghino, en homenaje al sabio y a su familia; pues, es bien sabido que, en estos casos, le asiste, al Estado, el derecho de expropiación".

Dicho ésto, dejo la palabra a los señores Diputados Nacionales y Senadores, que tengan afición a la Historia y Ciencia nacionales.

CONCLUSIÓN

Participando del principio que los profesores, además de dictar sus clases, deben producir también y en la medida de lo posible, trabajos originales que tiendan a ilustrar y guiar a los estudiantes, tengo el honor de presentar a las Autoridades Universitarias estos modestos apuntes dictados por mi entusiasmo a las ciencias naturales.

En ocasión de la primera versión, acompañé estas notas con un envío N.° 4, de manera que, los interesados han de encontrar en el Museo de la Sección de Enseñanza Secundaria y Preparatoria, gran parte de las rocas, minerales y fósiles citados en este trabajo. Por lo demás, desde ahora, me pongo a la disposición de los profesionales y aficionados que deseen informaciones más amplias de puntos tratados en esta contribución.

A los que critiquen el carácter personal de estas notas. diré que él es intencional; porque, entiendo que, esta forma vivida de las ciencias es la más indicada para llamar la atención del estudiante.

Para terminar, además de las personas citadas en el texto, quiero agradecer a todas aquellas que, de un modo o de otro, han contribuido a la publicación de este trabajo: con palabras alentadoras, los muy caracterizados doctores Agustín Musso, Juan Pou y Orfila, Garibaldi Devincenzi y Eduardo Blanco Acevedo; en la parte investigación: los estudiantes, los colegas liceales y los demás amigos que, de diferentes modos, me han prestado su eficiente concurso.

Colonia, Diciembre de 1924.

BIBLIOGRAFÍA

Ameghino F. — Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. (Buenos Aires 1889).

" " — Les formations sédimentaires du crétacé supérieur et du tertiaire de Patagonie. En Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, Serie 3.ª tomo VIII. (Buenos Aires 1906).

" " — Geología, Paleografía, Paleontología, Antropología de la República Argentina (Buenos Aires 1910). La Cultura Argentina 1917.

" " — La antigüedad del hombre en el Plata (Buenos Aires 1880). La Cultura Argentina 1918.

Fischer F. — Manuel de conchyliologie et de paléontologie conchyliologique. (Paris 1887).

Fórmica Corsi — A. Moluscos de la República O. del Uruguay. En Anales del Museo Nacional. vol. II 1896 - 1901. (1899).

Haug. E. — Traité de géologie (París 1921).

Ihering H. Von — Historia de las ostras argentinas. En Anales del Museo N. de Buenos Aires, tomo VII. (Buenos Aires 1902).

" " " — Les mollusques des terrains crétaciques supérieurs de l'Argentine orientale. En Anales del Museo N. de Buenos Aires, tomo IX. (Buenos Aires 1903). Serie 3.ª.

" " " — Nuevas observaciones sobre moluscos cretáceos y terciarios de Patagonia. En Anales del Museo N. de Buenos Aires, tomo XI. (Buenos Aires 1904).

,, ,, ,, — Les mollusques fossiles du tertiaire et du crétacé supérieur de l'Argentine. En Anales del Museo N. de Buenos Aires, tomo VII, serie III. (Buenos Aires 1907).

,, ,, ,, — Mollusques du pampéen de Mar del Plata et Chapalmalan recueillis par le Dr. F. Ameghino en 1908. En Anales del Museo N. de Buenos Aires, tomo XVII, (serie 3.ª t. x). (Buenos Aires 1908).

Kantor Moises — Monte Hermoso en relación con el origen del limo y loess pampeano. En Revista del Museo de La Plata, tomo XXVI.

Reimann A. — Estudios geológicos de la región de San Blas. Partido de Patagonia. En Memoria del Ministerio de Obras Públicas. Provincia de Buenos Aires, tomo II. (La Plata 1916).

Roth Santiago — Rectificaciones sobre la dentición del Toxodon. En Revista del Museo de La Plata, tomo VI. (La Plata 1895).

,, ,, — Catálogo de los mamíferos fósiles conservados en el Museo de La Plata, grupo Ungulata, orden Toxodontidia. (La Plata 1898).

,, ,, — Un nuevo género de la familia Megatheridae. En Revista del Museo de La Plata, tomo XVIII (serie 2.ª t. v) Buenos Aires 1911.

,, ,, — Investigaciones geológicas en la llanura pampeana, con un estudio petroquímico del loess pampeano, por el Dr. Federico Bade. En revista del Museo de La Plata, tomo XXV, serie 3.ª (Buenos Aires 1920).

Schiller W. — Los sedimentos marinos del límite entre el cretáceo y terciario de Roca, en la Patagonia septentrional. En Revista del Museo de La Plata, tomo XXVI. (Buenos Aires 1922).

Walther K. — Las rocas cristalinas fundamentales de los alrededores de Montevideo. En Revista del Instituto Agronómico. (Montevideo 1911).

" " — Sobre la descomposición de unos granitos. En Revista del I. Agronómico. (Montevideo ¿1915?).

" " — Líneas fundamentales de la estructura geológica de la República O. del Uruguay. En Revista del I. Agronómico, 2.a serie, N.° 3 Diciembre de 1918. (Montevideo 1919).

" " — Ideas generales sobre la geología del Uruguay. En Revista de la Asociación Rural del Uruguay. (Montevideo, Noviembre de 1920).

" " — Estudios sobre el estado actual de la investigación geológica de la República O. del Uruguay. En Anales de la Universidad de la República. (Montevideo 1921) publicado por separado.

" " — Algunos resultados de las recientes investigaciones acerca de la estructura geológica del territorio nacional. En Anales de la Universidad. (Montevideo 1921). Publicado por separado.

Zittel K. A. — Traité de paléontologie, trad. par C. Barrois. (París 1883 - 1894).

Esta lista de obras se refiere únicamente a aquellas que tienen relación con el contenido de esta contribución; la mayor parte de ellas llegaron a mis manos hace muy poco tiempo y después de coordinadas estas notas.

Además, en las Bibliotecas y Museos de Buenos Aires, La Plata y Montevideo, he podido consultar accidentalmente, las obras de Borchert, Burckhardt, Darwin, Philippi, d' Orbigny, etc.

EXPLICACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N.° 1 — Explotación de gneis en la cantera de los señores Geymonat, lado sur (mapas 1 y 2, puntos 7 y 1 respectivamente).

» » 2 — Perfil de la misma, lado norte, balasto oscuro en la parte superior y gneis blanquecino en la inferior.

» » 3 — Detalle del perfil anterior.

» » 4 — Dibujos del gneis.

» » 5 — » » »

» » 6 — Rocas dinamometamórficas (gneis biotítico que ha sufrido presión) mapa 2, punto 8.

» » 7 — Roca (gneis) trabajada por moluscos litófagos.

» » 8 — Explotación de Ostrea patagonica, perfil de la misma (Nótese el techo del banco) mapas 1 y 2, puntos B y BI, respectivamente.

» » 9 — La misma explotación vista de frente.

» » 10 — Montones de ostras expuestas al sol y a la lluvia.

» » 11 — Un montón de las mismas.

» » 12 — Corte de la barranca de Colonia por efecto de la erosión (mapa 2, punto II).

» » 13 — Otra vista del mismo punto.

» » 14 — Barranca de Colonia (mapa 2, punto 12).

» » 15 — » » » » » Un poco más al norte.

» » 16 — Barranca de Colonia (mapa 2, punto 13). Reciente desmoronamiento.

» » 17 — Barranca de Colonia (mapa 2, punto 13). Un poco más al norte. Desmoronamiento viejo.

» » 18 — Barranca de Colonia (mapa 2, punto 13). Otro aspecto de la misma.

» » 19 — Barranca de Colonia (mapa 2, punto 13). Otro aspecto de la misma.

» » 20 — Barranca de Colonia (mapa 2, punto 13). Vista hacia el noroeste.

» » 21 — Tosca de aspecto algodonoso. Del mismo punto.

» » 22 — Tosca de aspecto de hojaldre. Del mismo punto.

FOTOGRAFÍA N.° 23 a 27 — Cinco vistas del médano en explotación (mapa 2, punto 4). 23, visto del oeste. 24, lo mismo que la anterior. 25, visto del sur, funcionando la draga grande. 26 y 27, visto del lado sur.

EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

LÁMINA N.° I — 1. *Ostrea patagonica* d'Orbigny forma alargada, valva ventral o izquierda, vista del lado interno; dimensiones 1/2.

» » I — 2. La misma, vista del lado externo.

» » II — 1. *Ostrea patagonica* d'Orbigny, forma ovalada, valva ventral o izquierda, vista por el lado interno; dimensiones 1/2.

» » II — 2. *Ostrea patagonica* d'Orbigny, forma ovalada, valva dorsal o derecha, vulgarmente tapa, vista por el lado interno; dimensiones 1/2.

» » II — 3. *Trophon aff. geversianus* Pallas; tamaño natural.

» » II — 4. *Myochlamys paranensis* d'Orbigny, valva ventral, vista del lado externo: tamaño natural.

» » III — 1. *Cardium magnum* Reeve — *C. robustum* Solander, molde interno natural, visto de frente; dimensiones 1/2.

» » III — 2. El mismo visto de canto.

» » III — 3. *Venus muensteri* d'Orbigny — *Chione muensteri* d'Orbigny; tamaño natural.

» » III — 4. *Cymbiola brasiliana* Solander; dimensiones 1/2.

» » III — 5. *Ostrea madryna* Jhering; dimensiones 1/2.

» » IV — 1. *Acmea subrugosa* d'Orbigny — *Lottia onychina* Gould; tamaño natural; *a* vista de arriba, *b* del lado interno.

» » IV — 2. *Arca bisulcata* Lamarck — *Arca martini* Reclus; tamaño natural; *a* vista del lado externo, *b* del lado interno.

» » IV — 3. *Azara labiata* d'Orbigny — tamaño natural; *a* valva izquierda, *b* valva derecha; las dos vistas por su lado interno.

» » IV — 4. *Barnea lanceolata* d'Orbigny: tamaño natural; *a* valva vista del lado externo, *b* la misma del lado interno.

Lámina N.° IV — 5. *Cardium muricatum* Linneo; tamaño natural; *a* valva vista del lado interno, *b* la misma del lado externo.

» » V — 1. *Bullia globulosa* Kiener; tamaño natural.

» » V — 2. *Bullia deformis* King; tamaño natural.

» » V — 3. *Bullia cochlidium* Kiener; tamaño natural, variedad gradata.

» » V — 4. *Strophocheilus globosus* — *Bulimus glob.* Martin; tamaño natural.

» » V — 5. *Strophocheilus lutescens* — *Bulimus lut.* King; tamaño natural.

» » VI — 1. *Crepidula aculeata* Gmelin; tamaño natural; *a* vista por el lado exterior, *b* la misma del lado interno.

» » VI — 2. *Fissuridea patagonica* d'Orbigny; tamaño natural; *a* vista de arriba, *b* vista de perfil.

» » VI — 3. *Littorinida australis* d'Orbigny; tamaño figurado al lado.

» » VI — 4. *Mactra isabelleana* d'Orbigny; tamaño natural; *a* valva izquierda vista del lado interno; *b* valva derecha del mismo lado.

» » VI — 5. *Modiolus rodriguezi* d'Orbigny; tamaño natural; valva vista del lado interno en *a*, del lado externo en *b*.

» » VI — 6. *Mytilus edulis* Linneo, *var. platensis* d'Orbigny; tamaño natural; valva vista del lado externo.

» » VI — 7. *Mytilus falcatus* d'Orbigny; tamaño natural; valva vista del lado externo.

» » VI — 8. *Natica isabelleana* d'Orbigny; tamaño natural.

» » VI — 9. *Pectunculus longior* Sowerby; tamaño natural; valva vista del lado interno.

» » VII — 1. *Olivancillaria brasiliensis* d'Orbigny; tamaño natural.

» » VII — 2. *Olivancillaria auricularia* d'Orbigny; tamaño natural.

» » VII — 3. *Thais haemastoma* Lea — *Purpura h.* Linneo; Lamarck; tamaño natural, ejemplar chico.

» » VII — 4. *Urosalpinx rushi* Pilsbry; tamaño natural.

» » VII -- 5. *Siphonaria lessoni* Blainville; tamaño natural; *a* vista de arriba, *b* vista de perfil.

» » VII — 6. *Chlorostoma corrugatum* Koch—*Trochus* (*Neomphalius*) *patagonicus* d'Orbigny; tamaño natural.

LÁMINA N.° VII — 7. *Anomalocardia brasiliana* Gmelin, tamaño natural; *a* valva vista del lado interno, *b* la misma del lado externo.

» » VII — 8. *Volutella angulata* d'Orbigny; dimensiones 1/2.

» » VII — 9. *Tagelus gibbus* Spengler; tamaño natural; *a* valva vista del lado externo, *b* la misma, vista del lado interno.

» » VIII — 1. *Toxodon burmeisteri* Giebel. Las partes oscuras son las que fueron halladas, las punteadas están reconstituidas según dibujos de Owen y Burmeister. Maxilar inferior visto de arriba; dimensiones 1/5.

» » VIII—2. *Toxodon burmeisteri*. El mismo maxilar visto de perfil, lado derecho.

» » VIII—3. *Toxodon burmeisteri*. Primer incisivo izquierdo Ii, *a* visto de adelante, *b* visto de arriba, dimensiones 9/10.

» » VIII—4. *Toxodon burmeisteri*. Tercer incisivo izquierdo 3i, *a* visto de adelante, *b* visto de arriba, dimensiones 9/10; *c* indica el esmalte.

» » VIII—5. *Toxodon burmeisteri*. Sexto molar 6m, visto de arriba, dimensiones 9/10.

» » VIII—6. *Toxodon burmeisteri*. *a* quinto molar, *b* sexto molar izquierdos los dos (proceden de un trozo de maxilar hallado en la playa del Caño), vistos de arriba, dimensiones 9/10.

» » IX — 1. *Mastodon Humboldti* Cuvier, corona de molar: dimensiones 9/10, vista de costado.

» » IX — 2. *Mastodon Humboldti*. La misma vista de arriba.

» » IV — 3. *Mastodon Humboldti*. La misma vista de adelante.

» » IX — 4. *Mastodon Humboldti*. La misma vista de abajo o parte inferior, *e* esmalte, *m* marfil, *h* hueso del molar.

» » X — 1. *Mylodon robustus* Owen. Cráneo visto de perfil; las partes halladas son las oscuras, las demás están reconstituidas según dibujo de Owen; dimensiones un poco más de 1/5.

» » X — 2. *Mylodon robustus*. El mismo cráneo visto de abajo.

» » X — 3. *Mylodon robustus*. El mismo cráneo visto de arriba.

» » X — 4. *Mylodon wieneri*. H. Gervais y F. Ameghino.

Parte de un maxilar inferior izquierdo, visto de perfil, dimensiones un poco más de 1/5.

LÁMINA N.° X — 5. *Mylodon wieneri*. El mismo visto de arriba.

» » XI — 1. Falange ungueal (falangeta) del 3.er dedo de un *Megatérido* *a* visto de perfil, *b* visto de abajo, dimensiones 2, 8/10. Véase su posición en 3 y 4.

» » XI — 2. Astrágalo izquierdo de *Mylodon*, dimensiones 1/4. Véase su posición en 4.°.

» » XI — 3. Mano izquierda de *Mylodon robustus Owen* según dibujo del mismo, *R* radio, *C* cubito, *e* escafoides, *sl* semi lunar, *c* cuneiforme (piramidal), *p* pieciforme, *t* trapezoide, *h* hueso grande, *u* unciforme (ganchudo); 1, 2, 3, 4, 5, los cinco dedos; sólo los tres primeros llevan uña; dimensiones 8, 9/10.

» » XI — 4. Pie izquierdo del mismo (dibujo de Owen) *ca* calcáneo, *a* astrágalo, *n* navicular, *cb* cuboides; c' y c''' las cuñas 2.ª y 3.ª, falta la 1.ª; no tiene pulgar; sólo dos dedos llevan uña; dimensiones 8, 9/10.

» » XI — 5. Extremidad del tubo caudal de *Hoplophorus perfectus* H. Gervais y F. Ameghino, *a* visto de arriba, *b* visto de costado; dimensiones 2, 8/10.

» » XI — 6. Dos molares de *Glyptodon*; dimensiones 3/4; *a* vistos de arriba, *b* vistos de perfil.

» » XI — 7. Un exágono del carapacho de *Glytodon clavipes* Owen, *a* visto por su cara externa, *b* el mismo de perfil o espesor, dimensiones 3/4.

» » XI — 8. Un exágono del carapacho de *Hoplophourus cordubensis* F Ameghino; dimensiones 3/4, visto por su cara externa, espesor figurado al lado a 3/4.

» » XI. — 9. Trozo del carapacho de *Panochtus tuberculatus* Owen, visto cara externa, dimensiones 3/4, espesor figurado a 3/4.

» » XII — 1. ¿ *Lestodon trigonidens* P. Gervais? *a* parte de un maxilar inferior izquierdo, visto de perfil; dimensiones más o menos 1/4. Las partes punteadas no fueron halladas, *b* el mismo visto de arriba.

LÁMINA N.º XII — 2. *Hippidion neogaeus* Lund, Owen. Tercer molar superior.

a Visto de perfil, dimensiones más o menos 3/4.

b El mismo visto por su superficie masticatoria; la parte inferior es la exterior; la parte punteada está quebrada y se reconstituye según dibujo de Burmeister; dimensiones más o menos 3/4.

» » XIII — 3. *Toxodon burmeisteri* Giebel. Molar superior del mismo individuo de la lámina III, fig. 1.ª *5*; dimensiones más o menos 3/4.

1. Visto por su cara interna.
2. Visto de perfil.
3. Visto por su cara de masticación.

EXPLICACIÓN DE LOS MAPAS

MAPA N.º 1 — Departamento de Colonia.
» » 2 — Colonia y suburbios.



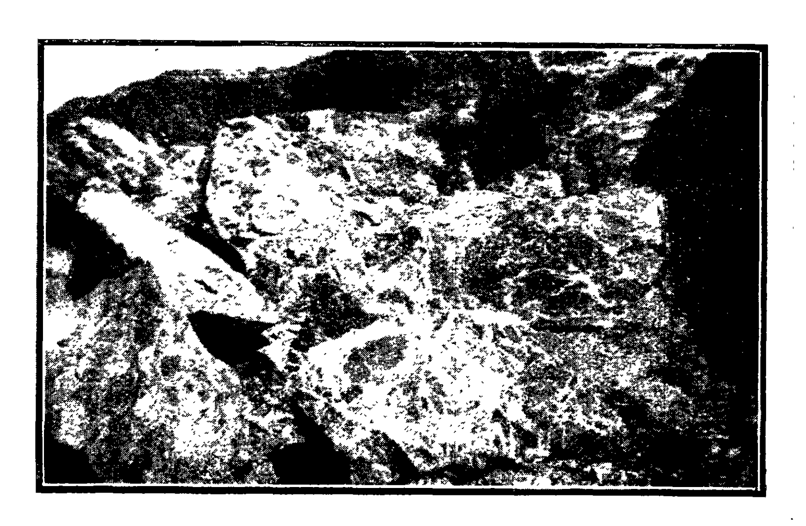
Fotografía N.º 1



Fotografía N.º 2



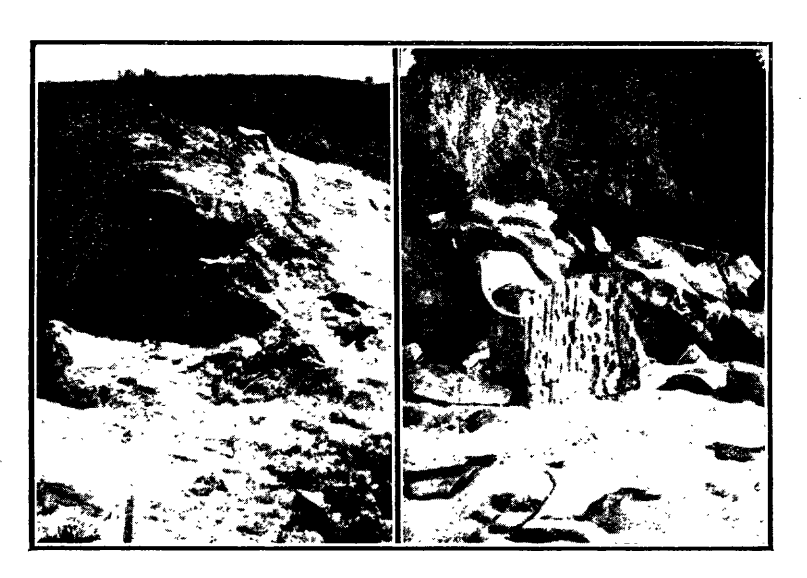
Fotografía N.° 3



Fotografía N.° 4



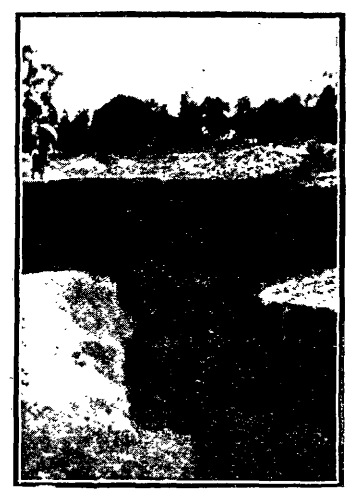
Fotografia N.° 5



Fotografía N.° 6 Fotografía N.° 7



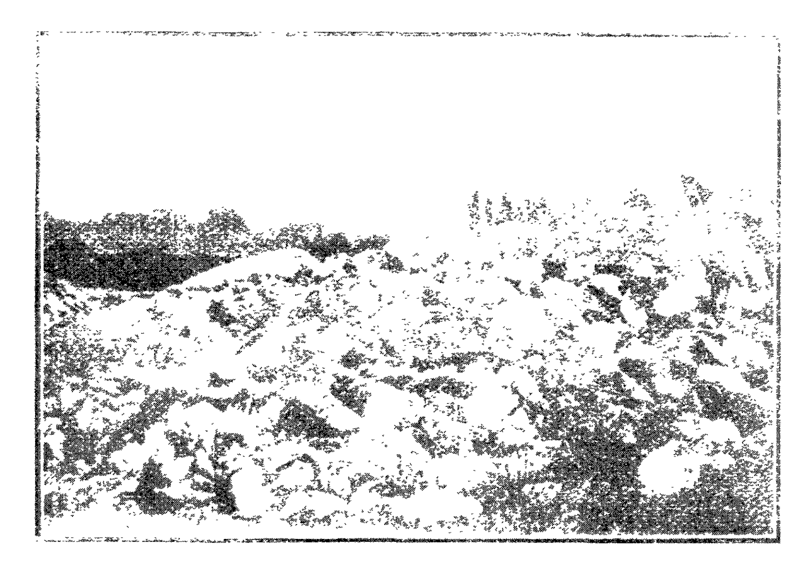
Fotografía N.º 8



Fotografía N.º 9



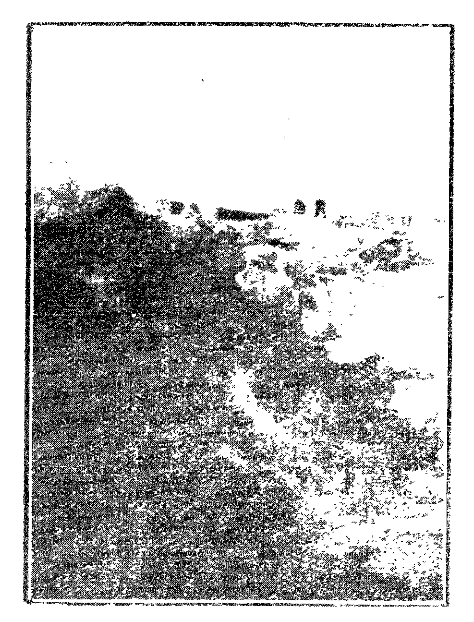
Fotografía N.º [illegible]



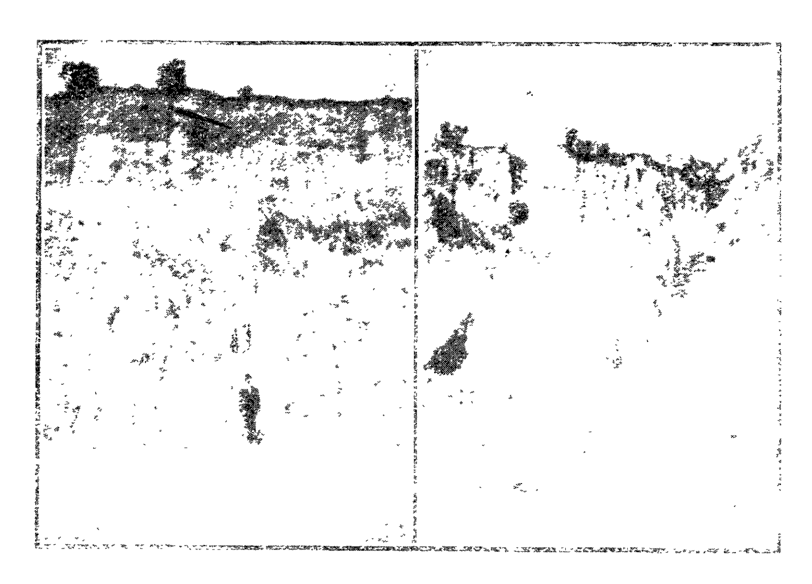
Fotografía N.º [illegible]



Fotografía N.º 12



Fotografía N.º [illegible]

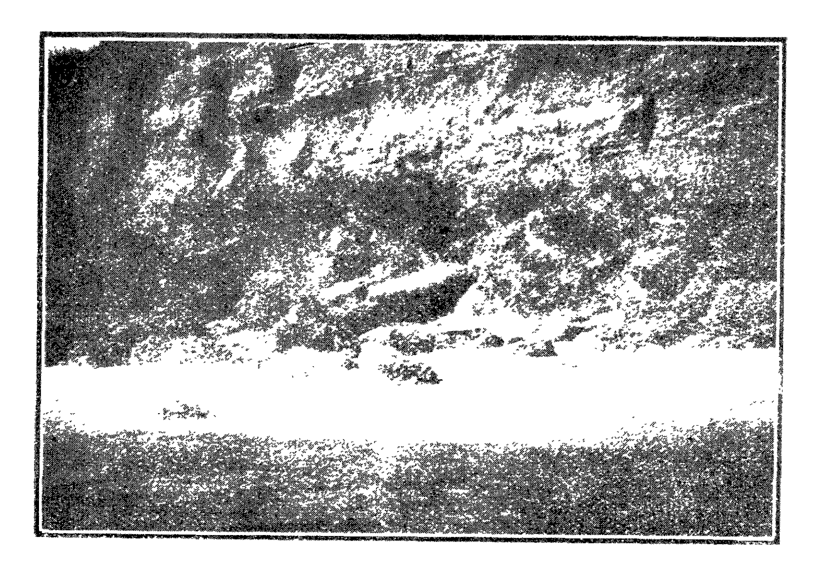


Fotografía N.º 14

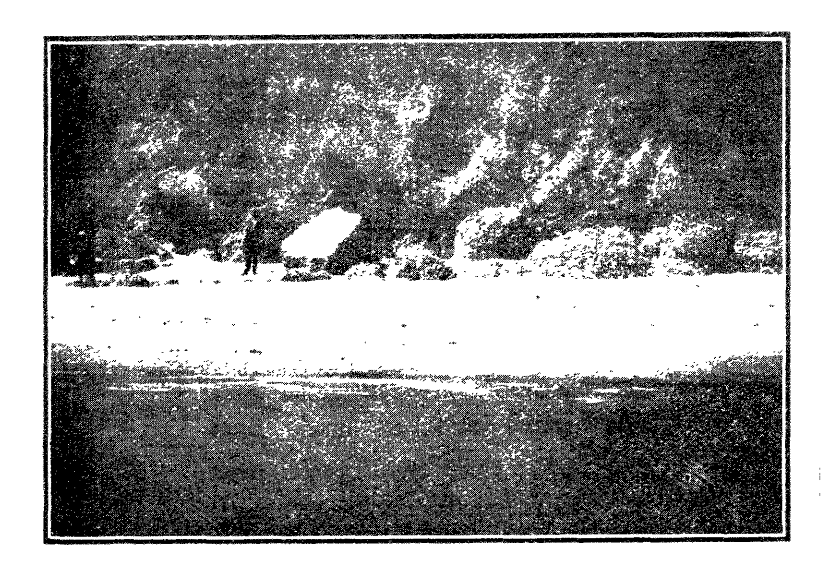
Fotografía N.º 15



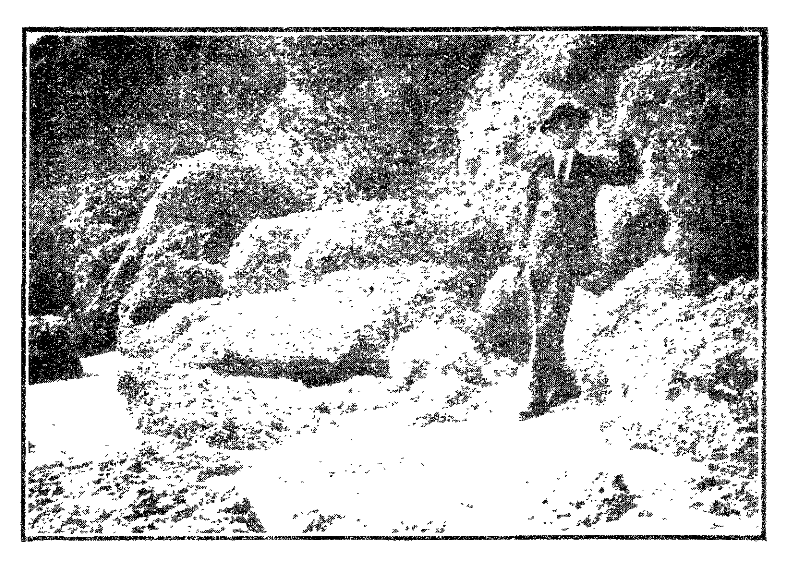
Fotografía N.º 16



Fotografía N.º 17



Fotografía N.º 18



Fotografía N.º 19



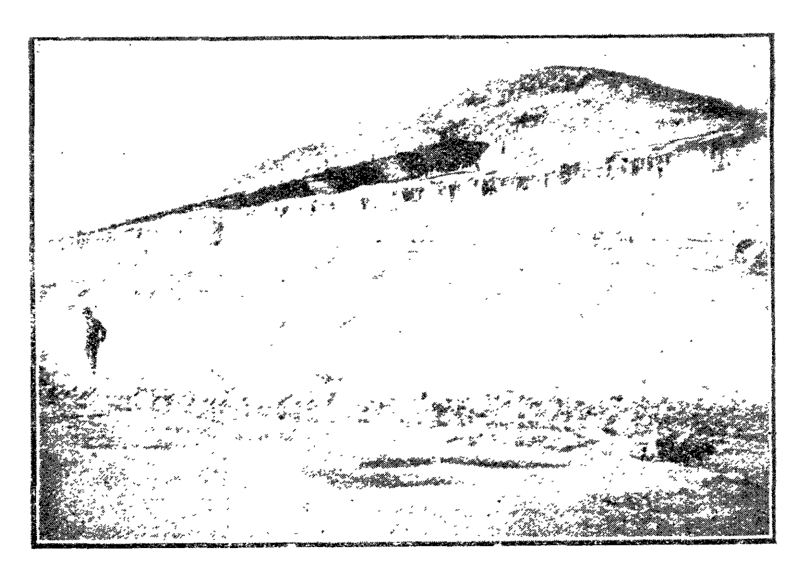
Fotografía N.º 20



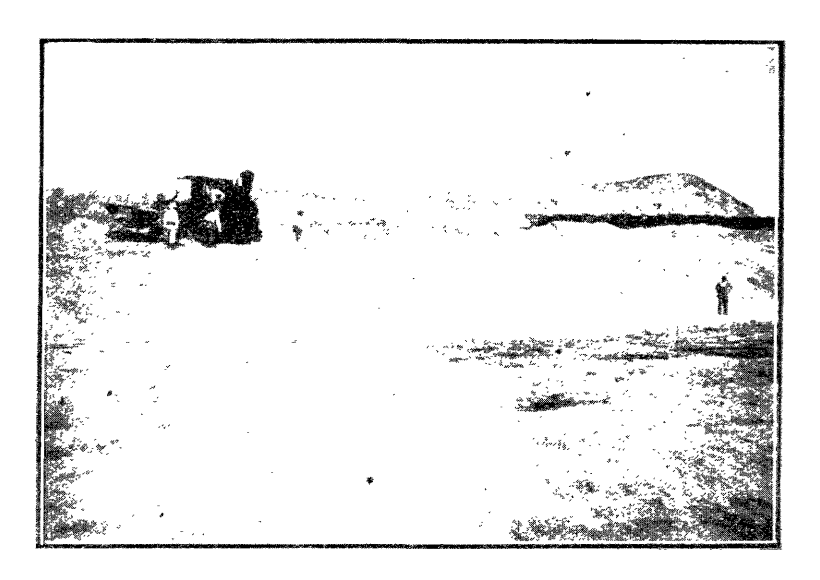
Fotografía N.º 21



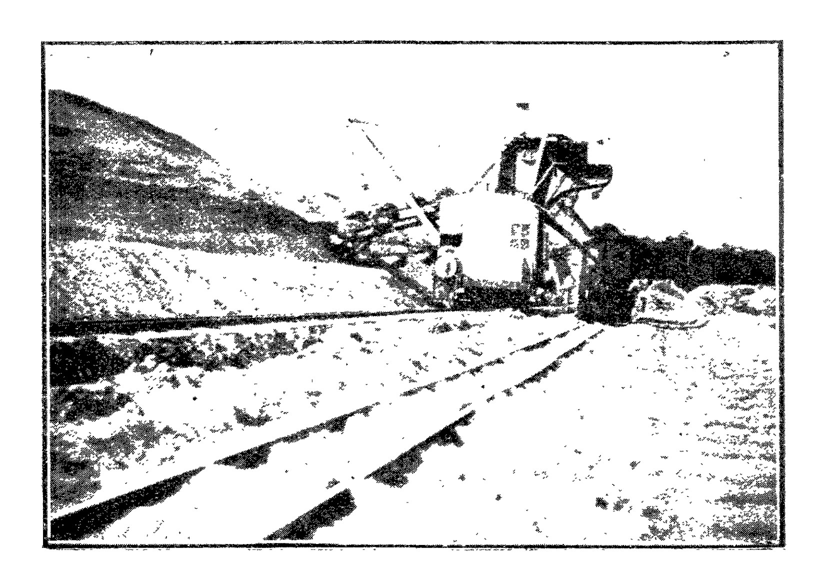
Fotografía N.º 22



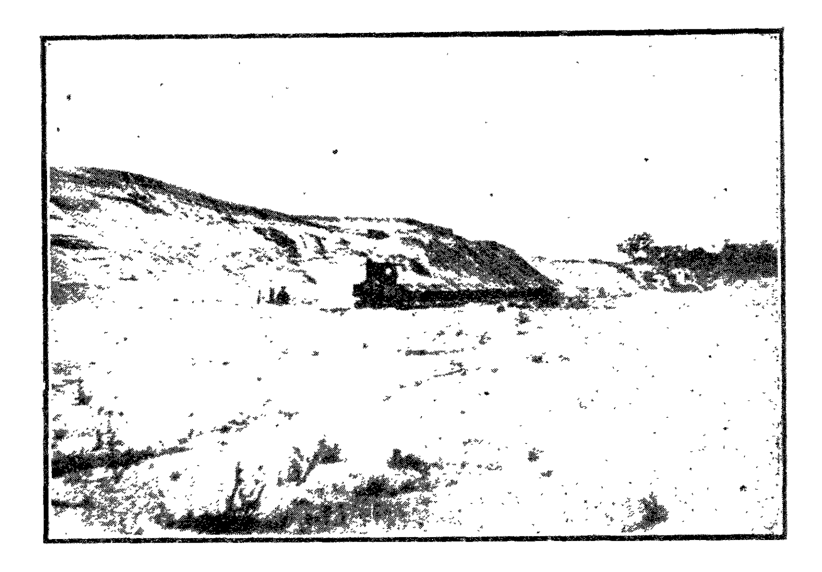
Fotografía N.º 23



Fotografía N.° 24



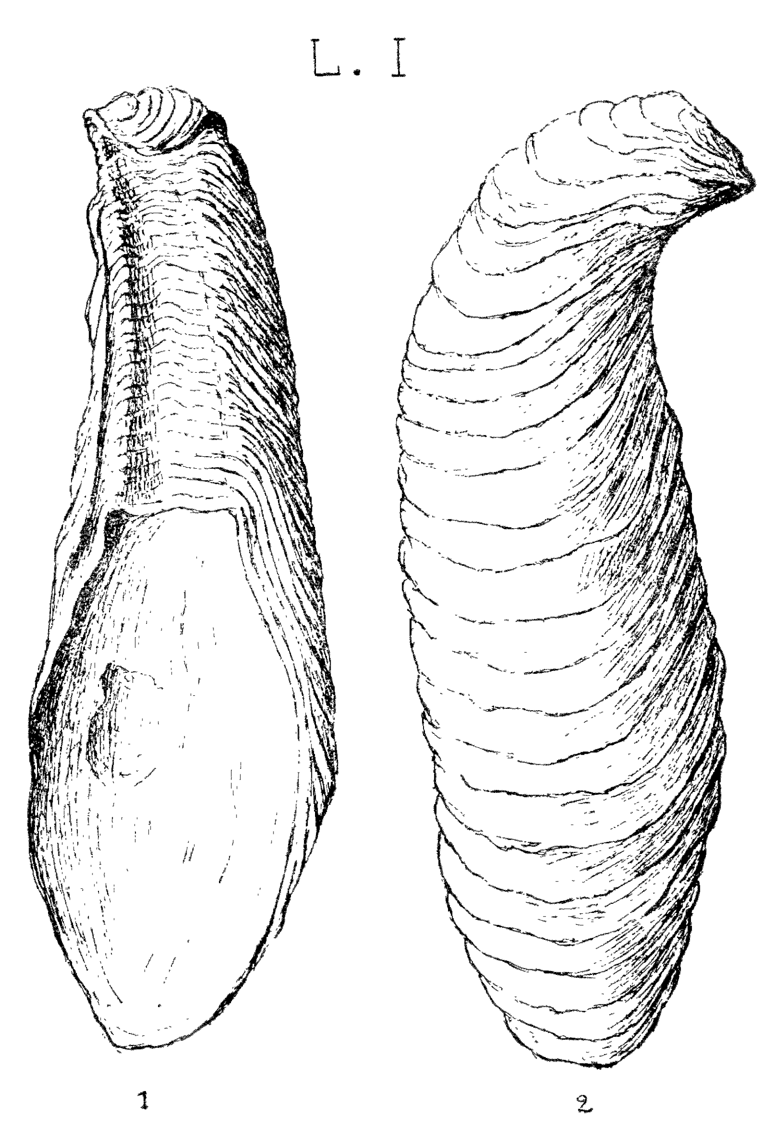
Fotografía N.° 25



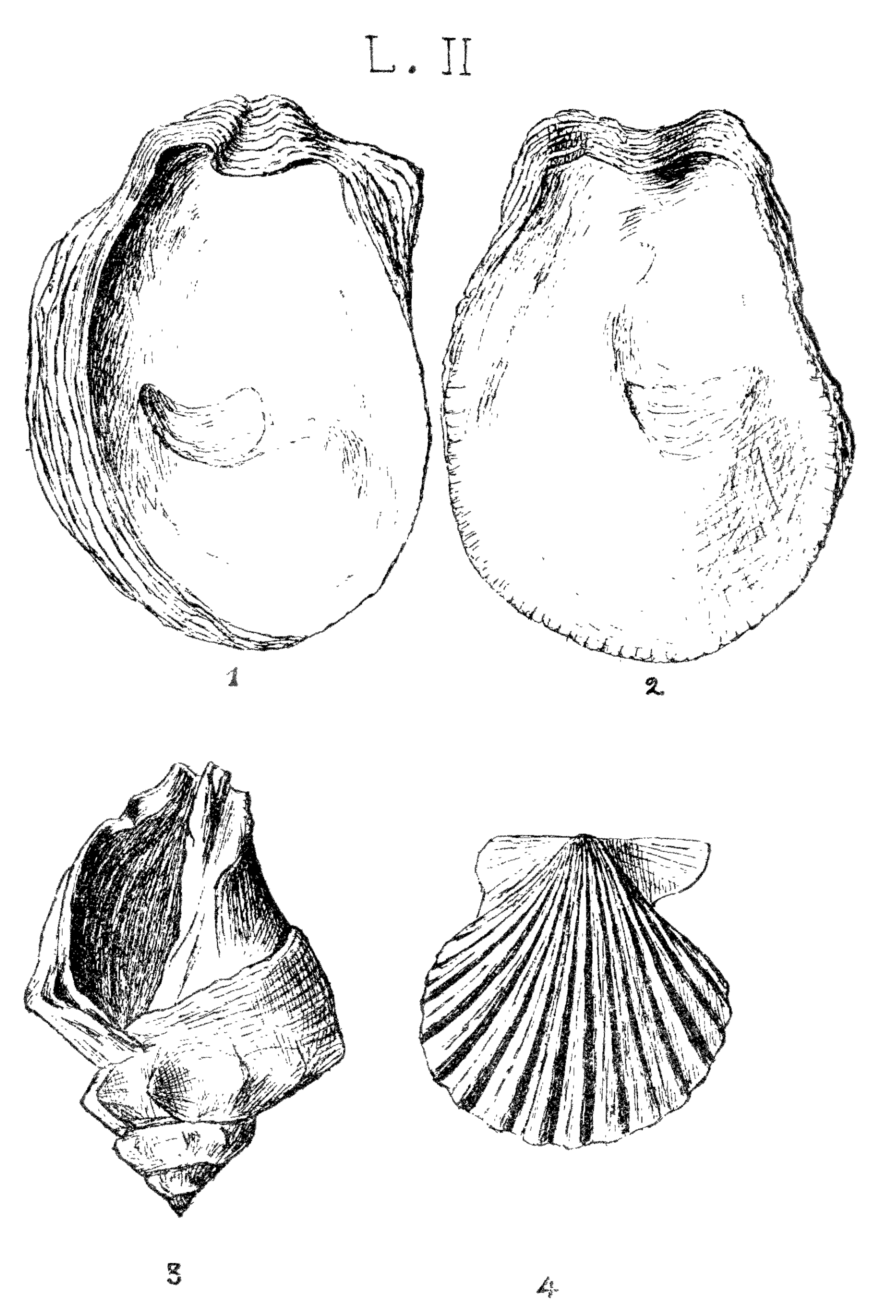
Fotografía N.º 26



Fotografía N.º 27

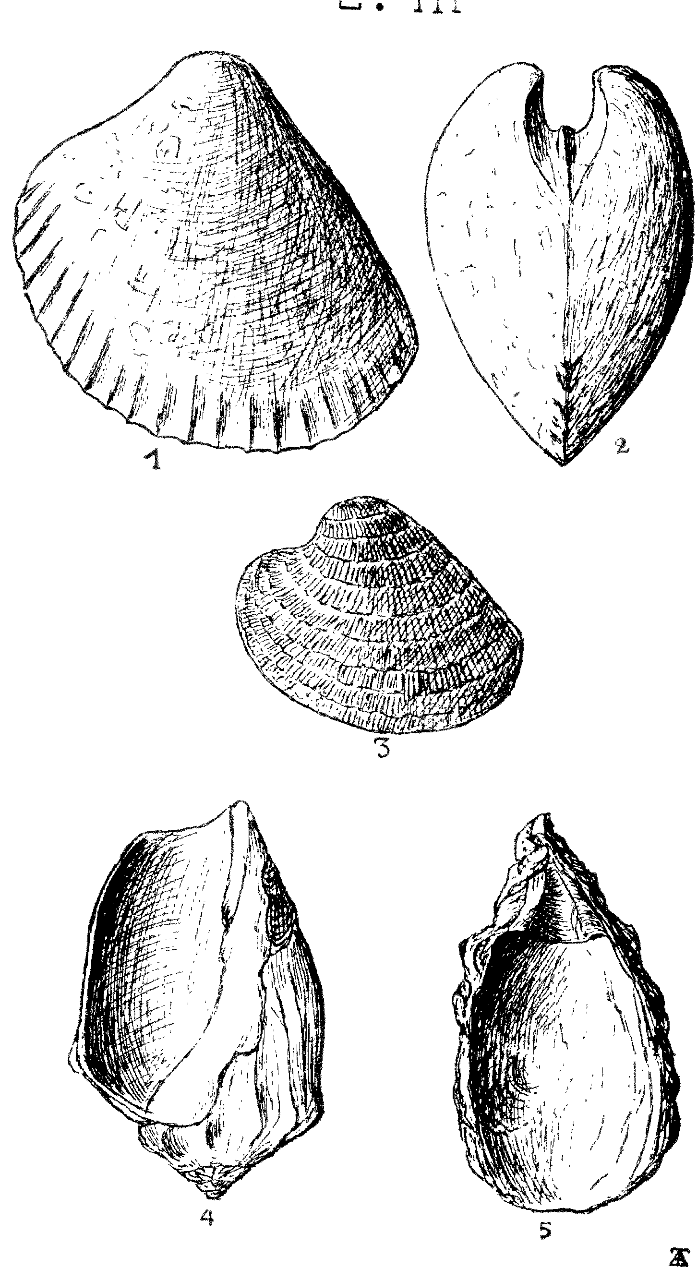

L. I
1
2
A. T.

L. II

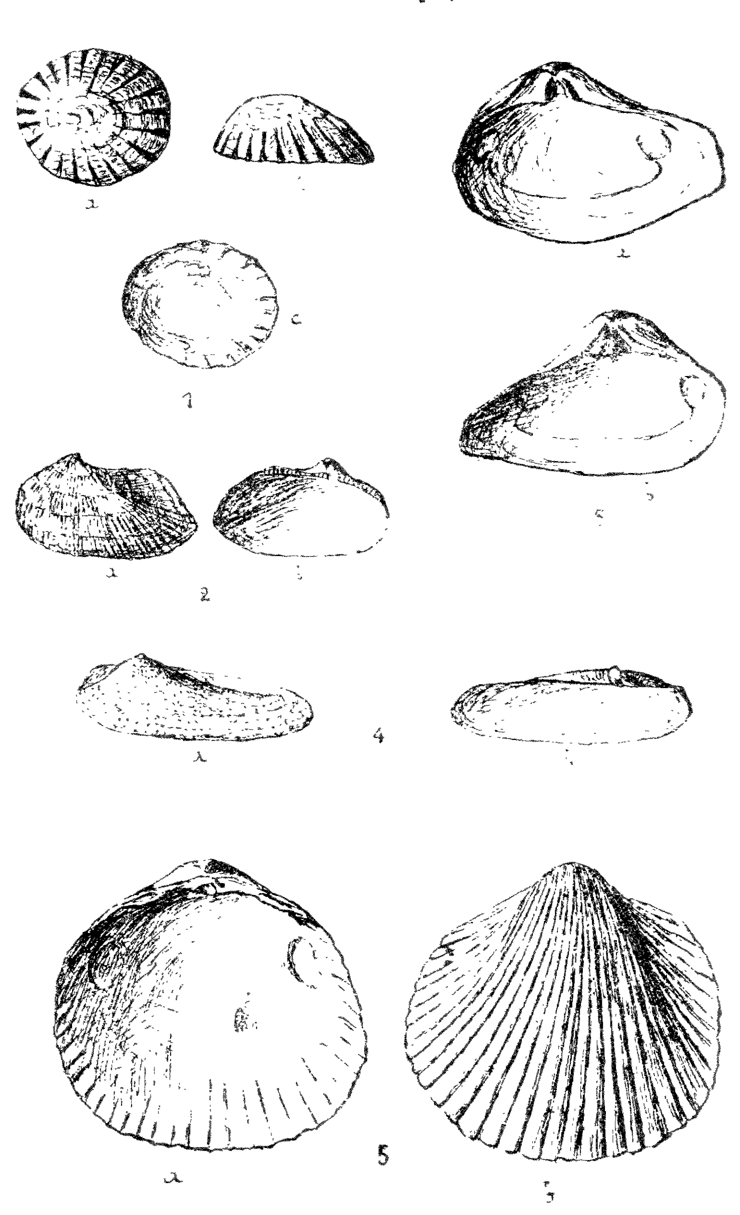


A. T

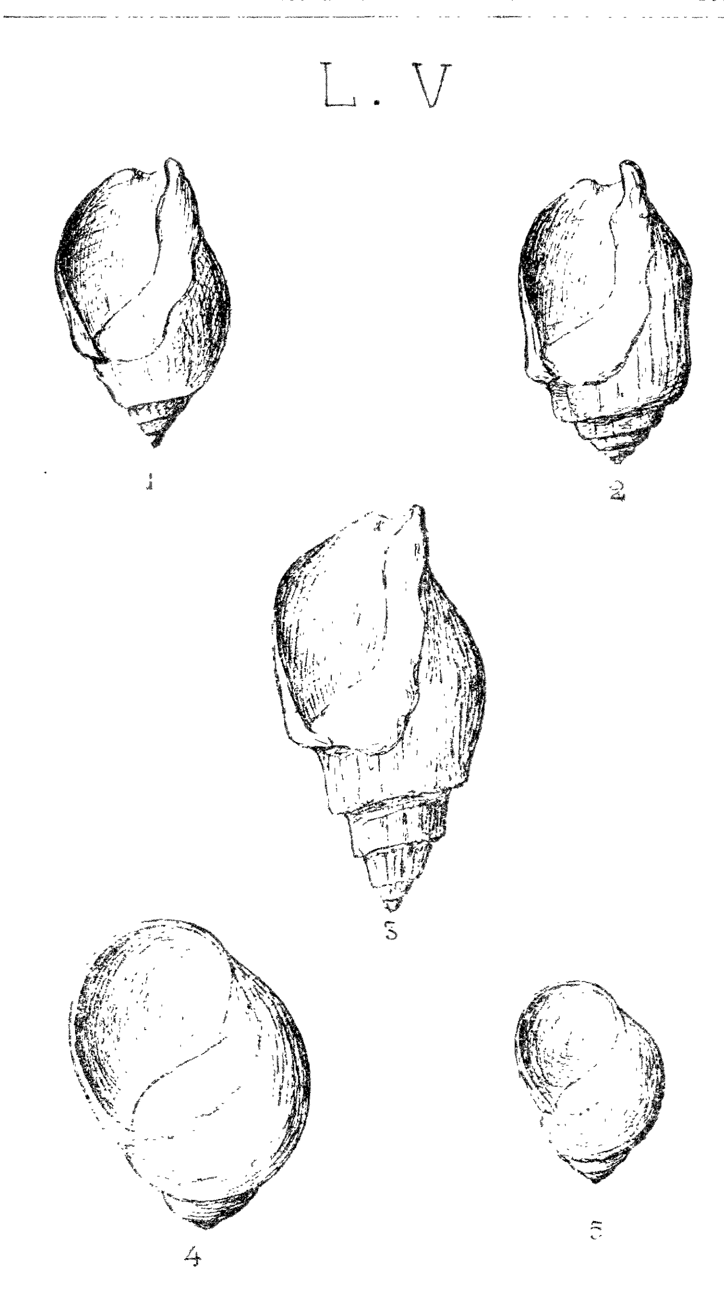
L. III



L. IV

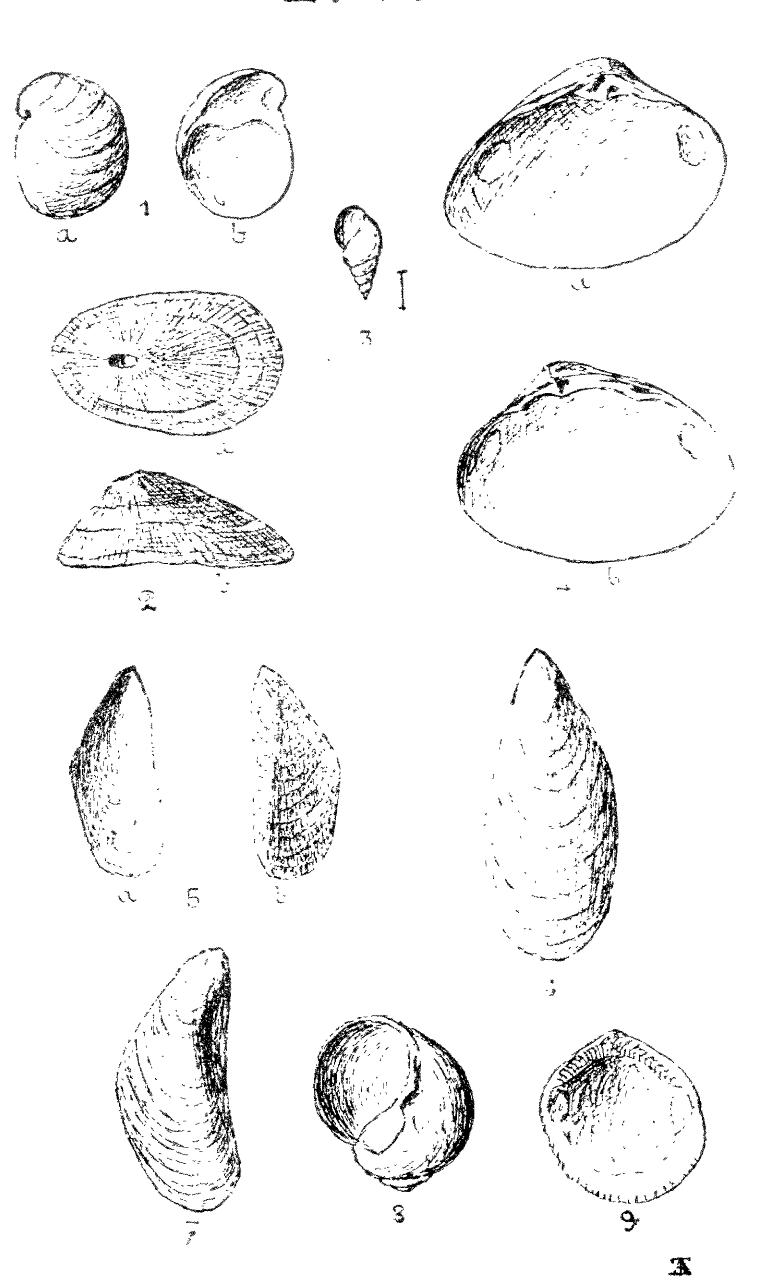


L. V

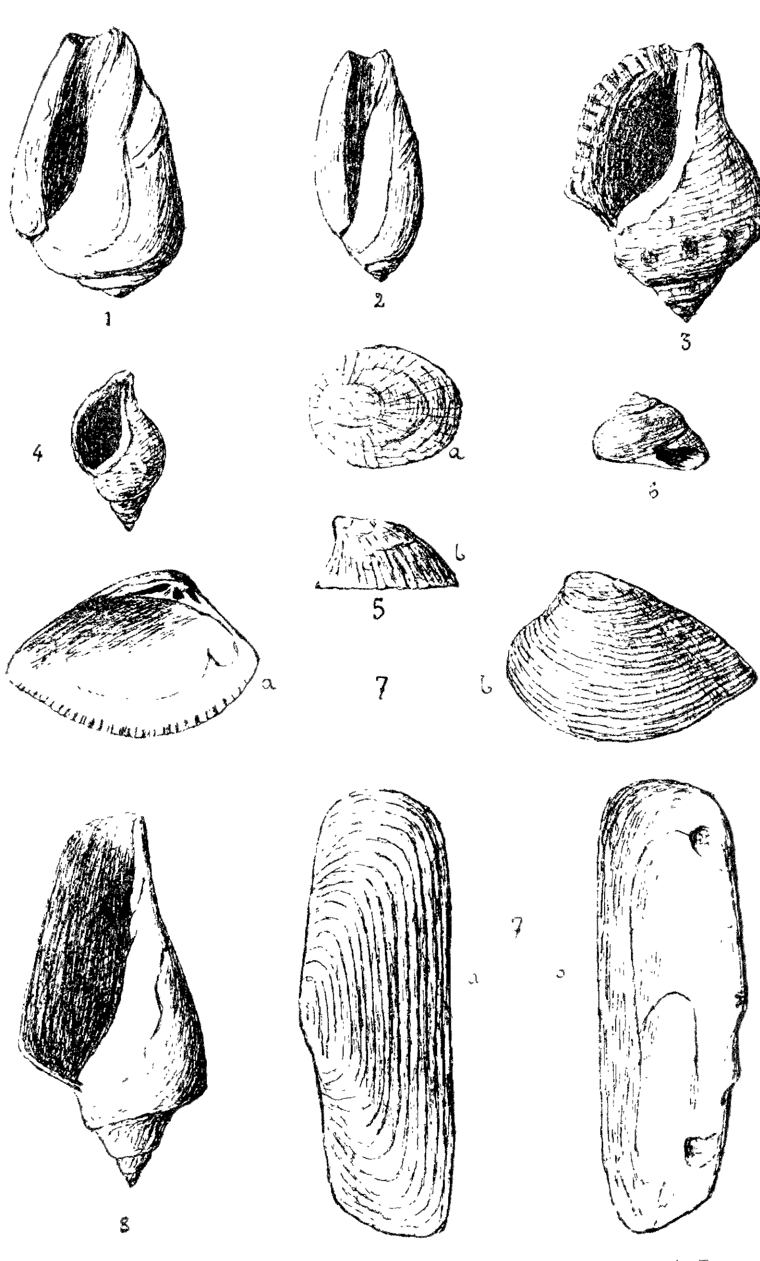


A. T.

L. VI

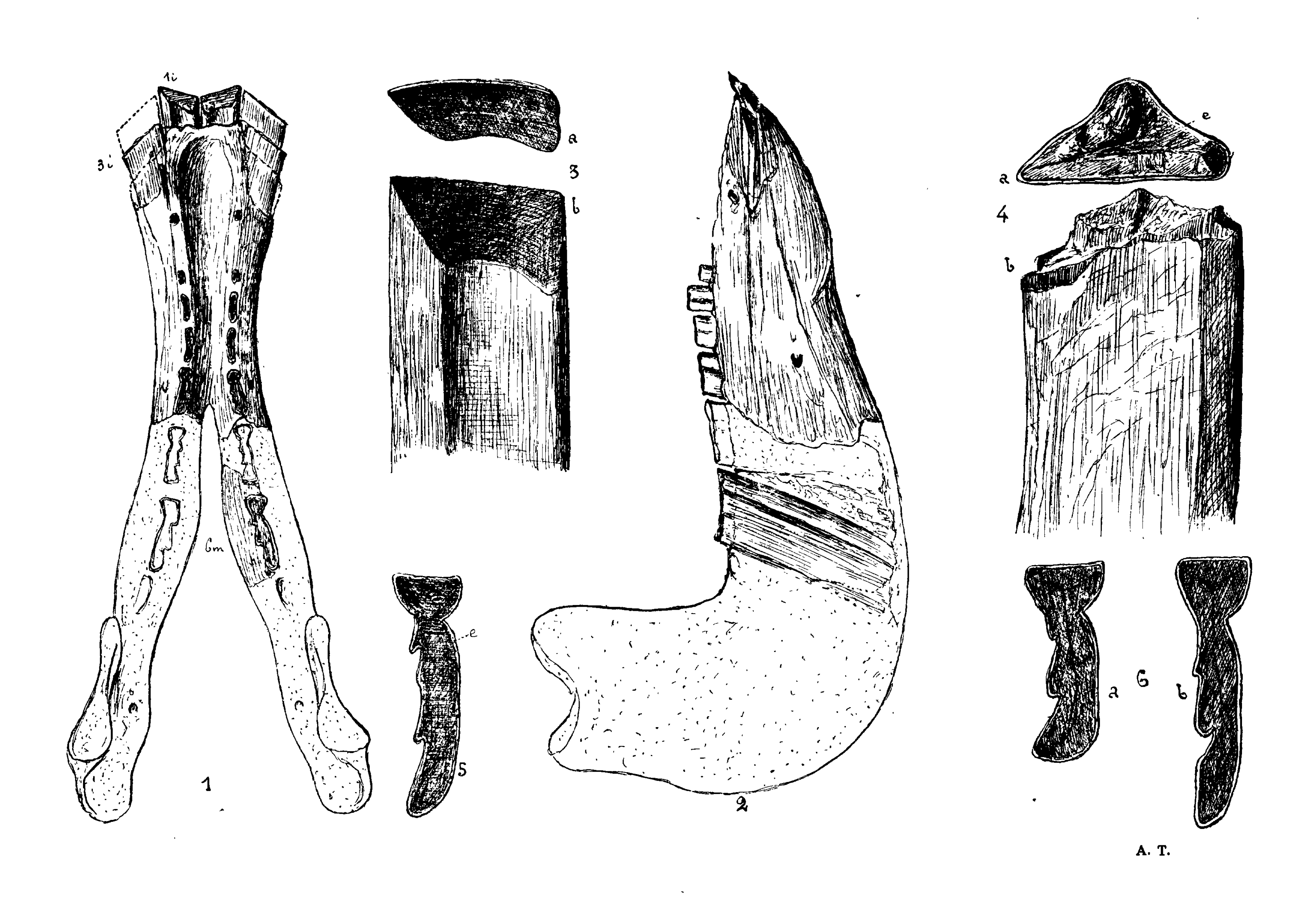


L. VII



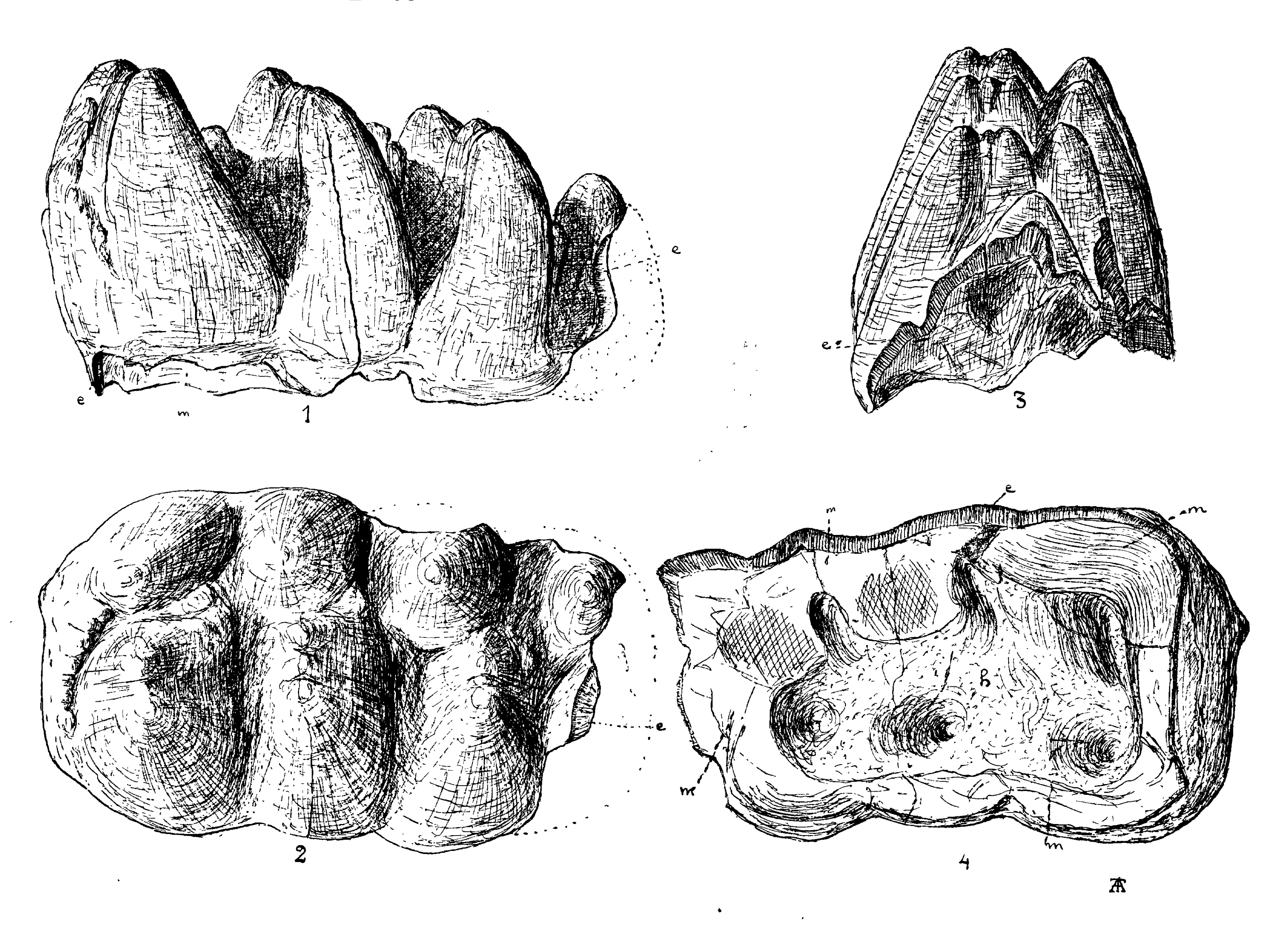
A. T.

L VIII

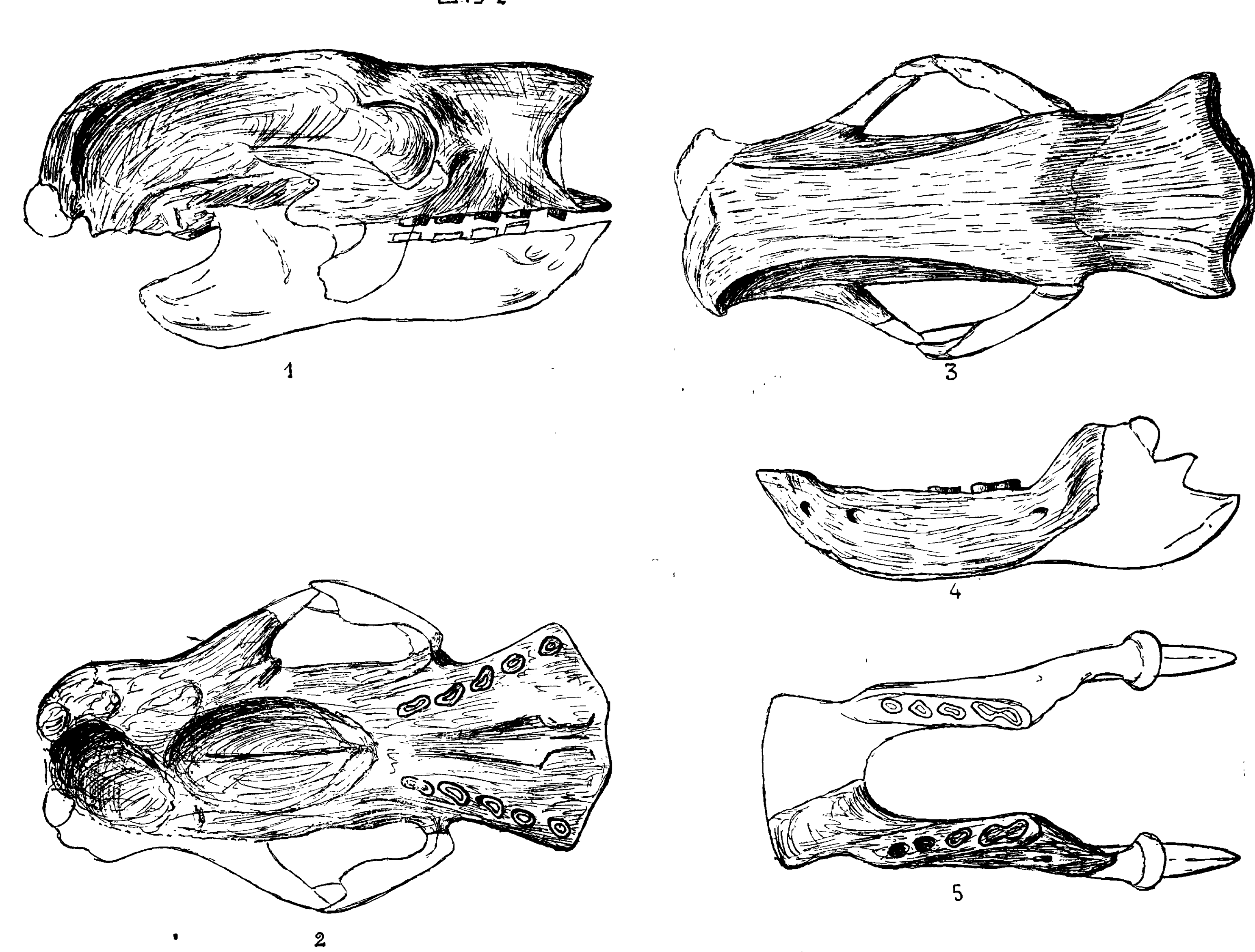


A. T.

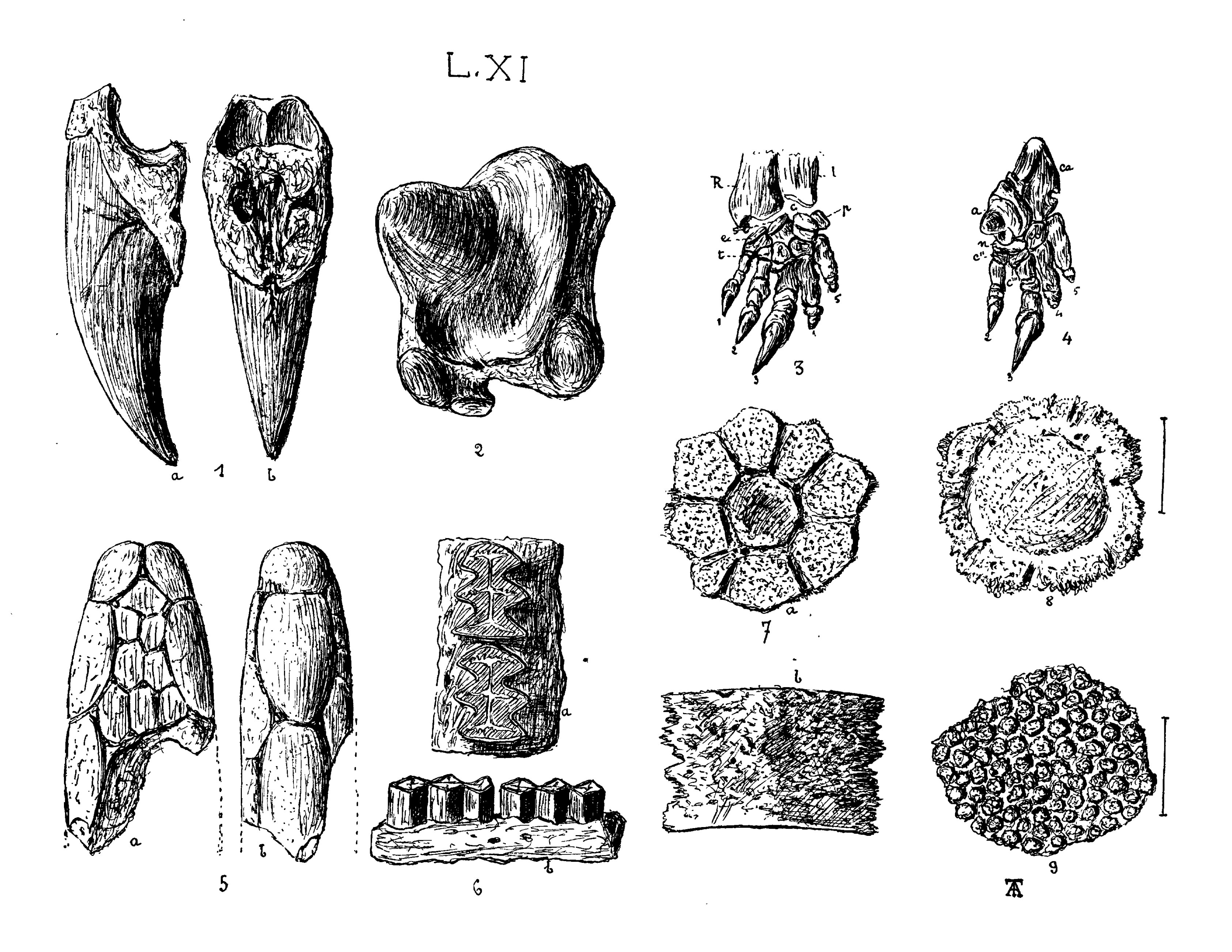
L. IX



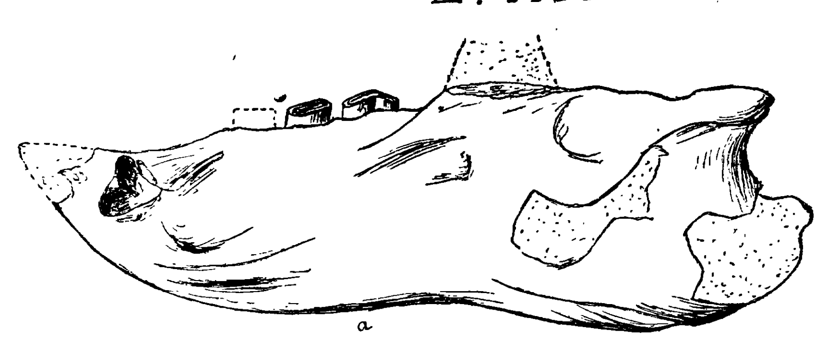
L. X



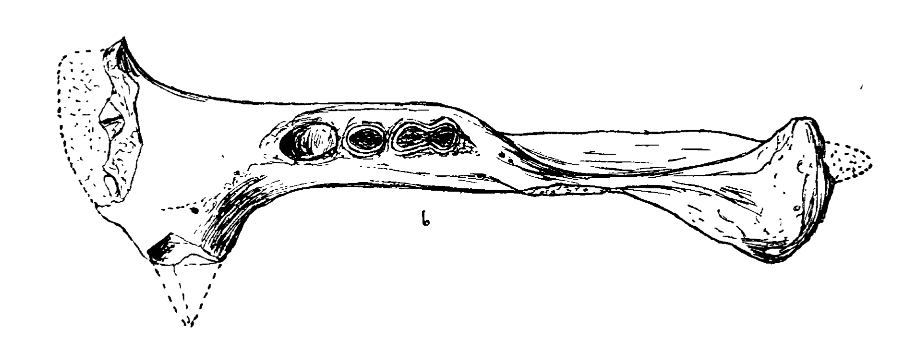
A. T.

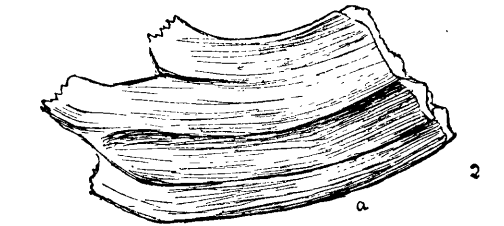

L. XI
a
1
b
2
R
l
c
p
e
t
1
2
3
4
5
3
ca
a
n
5
4
7
8
b
a
a
b
5
a
b
6
9

L. XII



1

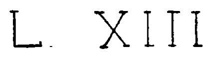


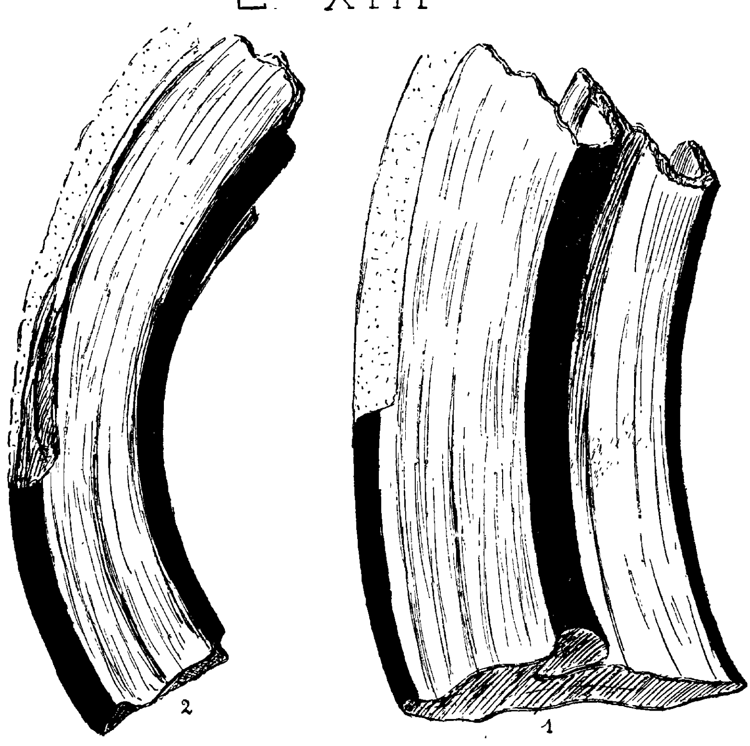


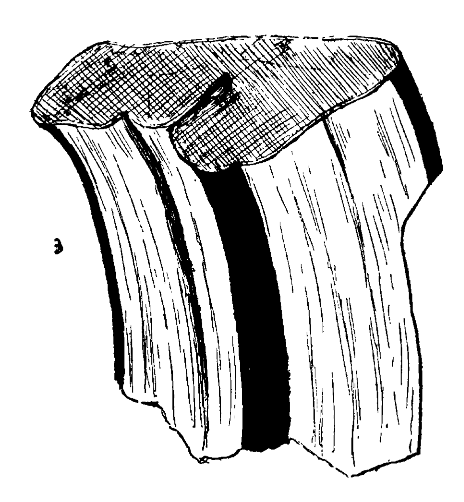
2



AA

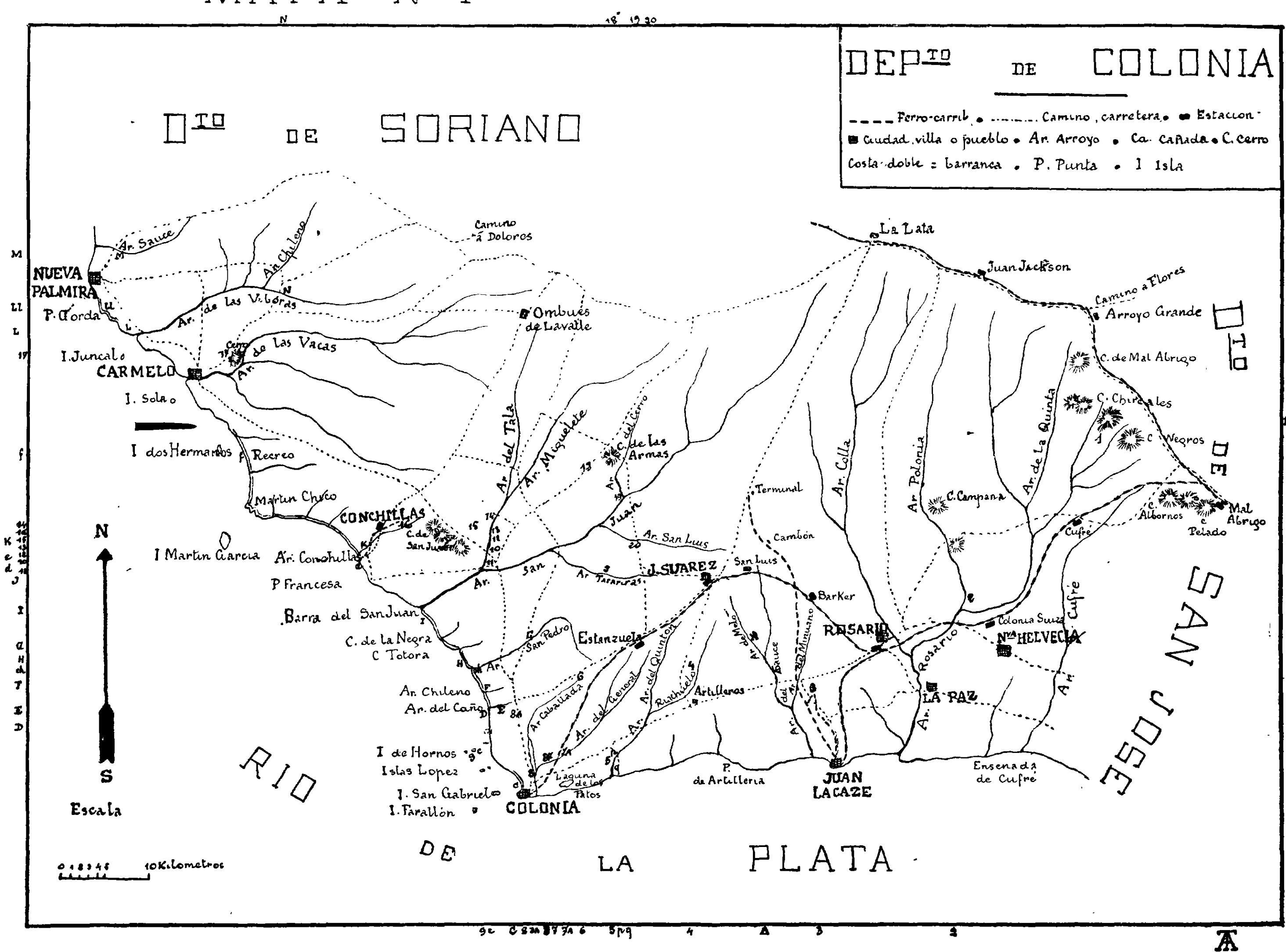






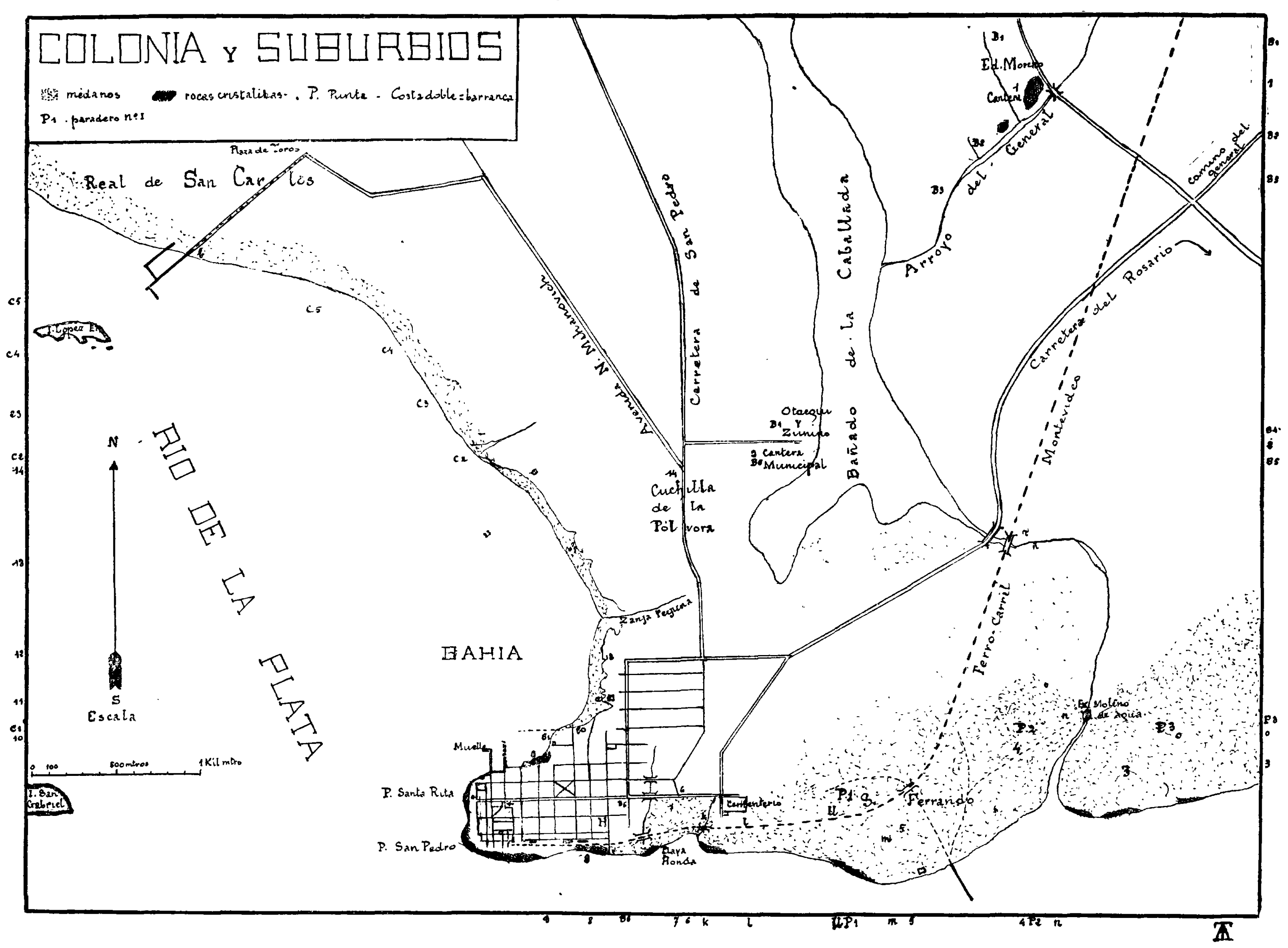
A. T,

MAPA Nº I



Escala: 1/750.000

MAPA N° 2



Escala : 1/37.500

ENUMERACIÓN DE LOS CUADROS

CONTENIDOS EN ESTE TRABAJO

LAS PLANTAS URUGUAYAS
DE ERNESTO GIBERT

NOMENCLATOR GIBERTIANUS

LAS PLANTAS URUGUAYAS DE ERNESTO GIBERT

NOMENCLATOR GIBERTIANUS

POR EL

DOCTOR GUILLERMO HERTER
Jefe del Museo Botánico de Montevideo

A principios del año 1926, mi estimado amigo el doctor *Ergasto H. Cordero,* profesor de la Facultad de Medicina de Montevideo, me comunicó que en la biblioteca de la nombrada Facultad se encontraba, en lamentable estado de conservación, una colección de plantas, dejadas por el finado profesor *José Arechevaleta.* Me pidió el doctor *Cordero,* al mismo tiempo, un memoraudum sobre lo que habría que hacer para mejorar ese herbario, en caso de que valiera la pena. Después de haber revisado las colecciones en cuestión, informé que éstas, según mi opinión, representaban un valor científico bastante elevado, de manera que convendría arreglarlas en debida forma, ordenarlas, envenenarlas y clasificarlas hasta donde fuera posible. Se trataba de 1.100 a 1.200 muestras de plantas, en parte medicinales, exóticas, anónimas, en parte representantes de nuestra flora, provistas de etiquetas firmadas por el finado profesor *Ernesto Gibert.* La mayoría de las plantas estaban sueltas, entre papeles de distinta clase; una pequeña cantidad estaba colocada en algunos libros de gran formato, de 25 hojas cada uno. De estos libros existían 24 en total, la mayoría nuevos, sin plantas, de manera que éstos alcanzaban para colocar más o menos la mitad de las plantas. El procedimiento de pegar las plantas en libros, adoptado en distintas ocasiones por don *José Arechavaleta,* ventajoso en cierto grado para el estudiante, tiene grandes inconvenientes cuando se trata de realizar estudios más pro-

fundos o trabajos científicos. Por esa razón propuse no seguir con el método de *Arechavaleta,* bastante caro por lo demás, sino aceptar el procedimiento de colocar las plantas en cartapacios dilatables, adoptado por casi todas las instituciones científicas del globo.

Encargado luego por el H. Consejo de la Facultad de arreglar el mencionado herbario, procedí de acuerdo con las ideas arriba expuestas y lo entregué en agosto del año 1926, arreglado en la forma explicada en un informe dirigido a la Comisión de Bibliotecas de la Facultad de Medicina, el día 9 de Agosto de 1926, del cual transcribo lo siguiente:

1.° Las plantas están ordenadas por el sistema natural de *Engler.*

2.° Las plantas están envenenadas con bicloruro de mercurio, solución alcohólica al 3 %.

3.° Las plantas con las etiquetas y demás indicaciones que se han encontrado, están colocadas en hojas de papel gris del tamaño 30 por 45 centímetros. Las plantas están atadas con alfileres y las etiquetas pegadas con goma.

4.° Además de las etiquetas originales (*Gibert, Arechavaleta* y coleccionistas anónimos) e indicaciones de especialistas (*Baker*) se ha pegado en cada hoja una etiqueta especial de la Facultad de Medicina, en la que se indica con lápiz de color la región fitogeográfica a la que pertenece la planta, una calavera para indicar que la planta está envenenada, un número de orden, la clasificación o revisión y demás detalles respecto al origen de la planta.

5.° Hojas con plantas afines están reunidas en carpetas de color azul, provistas igualmente de etiquetas de la F. de M., en las que se indica la familia a la que pertenecen las plantas que contiene, a veces también el género. Cada familia lleva el número de orden del sistema natural (cf. *Herter,* Index montevidensis) (1). Las familias están puestas por orden sistemático los géneros y las especies por orden alfabético.

6.° Veinte o treinta carpetas azules forman un paquete

---

(1) Herter, Estudios en la región uruguaya I. Index Montevidensis. Sumpt. As. Rur. del Urug. Montevideo, 1927.

sostenido por dos cartones fuertes, cintas y hebillas. Los 20 paquetes obtenidos en esta forma llevan sobre una etiqueta movible — además de un número de orden — la indicación del grupo de familias que contienen.

7.° Los números indicados en las etiquetas a la derecha de las palabras "Herb. Fac. Med. Montevid." corresponden a los números del inventario en el cual están enumeradas todas las plantas con los detalles correspondientes.

Me es grato deber agradecer, en esta oportunidad, al doctor *Elías Regules*, rector de la Universidad, al doctor *Manuel Quintela*, entonces decano de la Facultad de Medicina, al decano actual doctor *Juan Pou Orfila*, al doctor *Ergasto H. Cordero* y al bibliotecario don *Rafael Algorta Camusso*, por el apoyo que me prestaron en distintas ocasiones, permitiéndome realizar mi trabajo en la mayor brevedad posible.

Como queda dicho al principio, el herbario de que se trata consiste en dos colecciones de plantas, una de plantas medicinales, de procedencia dudosa, pero indudablemente europea, probablemente comprada por la Facultad hace aproximadamente medio siglo, sin indicación alguna respecto de las localidades, fechas de recolección de las plantas y los coleccionistas; la segunda, de plantas del país, formada, sin duda, por *Gibert* que firmó la mayoría de las etiquetas. Es esta última parte del herbario la que tiene más valor científico.

José Ernesto Gibert era, como lo relata *Arechavaleta* en su Flora Uruguaya, II, p. XLII (Anales del Museo N. de Montevideo, V, 1903), un licenciado en ciencias y letras, francés, de ideas republicanas, que había emigrado de Francia a consecuencia del golpe de estado del 2 de diciembre de 1851. Después de haber pasado algún tiempo en Chile, se trasladó a Montevideo, donde se dedicó a la enseñanza de las lenguas ganándose la vida como maestro, gracias a su sólida instrucción científica y literaria.

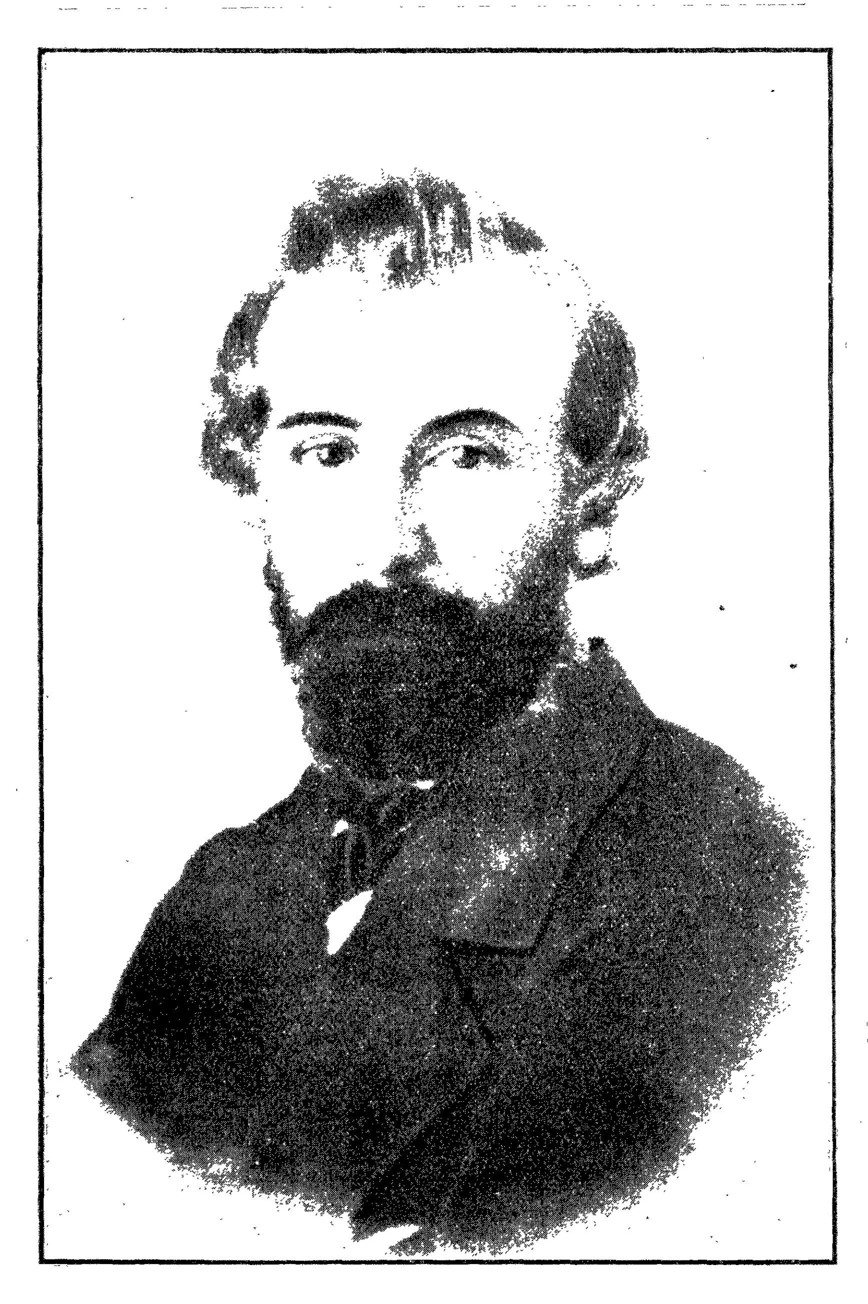
Uno de sus condiscípulos era el joven vasco *Arrechavaleta* a

quien *Gibert* inició en el estudio de las ciencias naturales por el año 1860.

Gibert coleccionó plantas en el Uruguay desde 1858 hasta el año de su muerte, acaecida en 1886, y remitió las plantas repetidas a Inglaterra y Alemania, para ser clasificadas. En 1873 la Asociación Rural del Uruguay publicó su único trabajo científico "Enumeratio plantarum sponte nascentium agro montevidensi", según parece, el primer estudio botánico aparecido en la República Oriental del Uruguay y la única obra completa que existe hasta la fecha sobre la flora del país.

A pesar de su título, la Enumeratio de *Gibert* no trata solamente de las plantas de los alrededores de Montevideo, sino de las embriófitas de toda la República coleccionadas por el autor mismo o publicadas ya anteriormente en las obras europeas, especialmente en las monografías de la "Flora Brasiliensis" aparecidas hasta aquella fecha.

Fuera de las colecciones remitidas al extranjero, *Gibert* formó herbarios que quedaron en el país, y entre estos herbarios es uno de los más importantes, según parece, el dejado a la Facultad de Medicina. Después de la muerte de *Gibert* su discípulo *Arechavaleta* heredó las colecciones botánicas de su maestro y siguió mandando muestras de plantas a los especialistas alemanes y austriacos, desgraciadamente sin indicar el coleccionista, lo que hizo suponer lo fuera el propio remitente, de manera que muchas de las plantas de *Gibert* figuran ahora en las publicaciones científicas como coleccionadas dos veces y por dos coleccionistas distintos. Esta lamentable confusión con respecto a las plantas de *Gibert,* sobre todo en los museos y las publicaciones del extranjero, no se puede resolver ni con la obra arriba citada de *Gibert,* ni con la Flora Uruguaya de *Arechavaleta,* porque falta en la primera y muchas veces también en la segunda, cualquier indicación respecto del coleccionista, fecha y localidad. En el herbario del Museo de Historia Natural de Montevideo, — que, después de la muerte de *Arechavaleta,* compró con el herbario del autor de la Flora Uruguaya una gran parte de las plantas de *Gibert* — en muchos casos las etiquetas originales de *Gibert* están cambiadas



José Ernesto Gibert
Retrato conservado en el Museo de Historia Natural de Montevideo
Con la autorización del Director doctor Garibaldi Devincenzi

o substituídas por otras debido a la costumbre de los dos botánicos de no atar en sus herbarios ni las plantas ni las etiquetas. Se comprende, pues, el valor que tiene una colección casi intacta del viejo maestro *Gibert* y la importancia que tiene el arreglo cuidadoso de este herbario.

El *Nomenclator* siguiente es el ensayo de un índice lo más completo posible de las clasificaciones de las plantas uruguayas que *Gibert* ha reunido en su herbario y distribuído a distintas instituciones del país y del extranjero. Doy en lo que sigue tres listas:

A) Un índice sistemático de los nombres, actualmente en uso, los autores, los sinónimos de *Gibert* y los números del mismo coleccionista.

B) Un índice cronológico de los números de *Gibert* con las clasificaciones correspondientes.

C) Un índice alfabético de los géneros — también los sinónimos — que se encuentran en el índice A), con las páginas respectivas.

El sistema adoptado por mí es el sistema natural de la escuela de *Engler*. Las letras y los números que acompañan a las familias de plantas se refieren al Index Montevidensis. (1)

En total he podido reunir 748 clasificaciones de plantas de *Gibert* que pertenecen a 125 familias y que se reparten de la manera siguiente:

25	especies de	Briofitas	pertenecientes	a 9 familias.
40	"	" Pteridofitas	"	a 9 familias.
683	"	" Sifonogamas	"	a 107 familias.

Se trata, en forma general, de plantas mayores, vistosas, y que se pueden coleccionar y preparar con facilidad (faltan completamente los hongos, algas, líquenes, y de las sifonoga-

1) Véase nota página 1.

mas la familia de las cactáceas). La mayoría de las especies son plantas comunes en los alrededores de la Capital, algunas especies, sin embargo, son plantas raras que se encuentran sólo en el Norte de la República, como por ejemplo: los helechos *Dicksonia Sellowiana* y *Didymochlaena truncatula,* que conozco sólo de la famosa Gruta de los Helechos de Tacuarembó.

NOMENCLATOR GIBERTIANUS

A. INDEX SYSTEMATICUS

BRYOPHYTA

DICRANACEAE (B 6/21)
Campylopus introflexus Brid. — 708, 712
Pleuridium Robinsonii Mitt.—713
FISIIDENTACEAE (B 6/24)
Fissidens angustelimbatus Mitt.-- 666
—compactus Mitt.—668
—repandus Wils.—665
—scalaris Mitt.—667
POTTIACEAE (B 6/26)
Phascum calodictyon C. Muell.— Phascum turgidum—652 pt.
Tortula inundata Mitt.—679
GRIMMIACEAE (B 6/28)
Grimmia Gibertii Mitt.—729
FUNARIACEAE (B 6/34)
Funaria clavellata (Mitt.) Broth.— 653
—hygrometrica Hedw.—654
Leptangium imbricatum Mitt.—714
Physcomitrium Thieleanum Hampe—664
BRYACEAE (B 6/38)
Acidodontium Kunthii Schwaegr.—Amblystegium serpens.—672
Bryum cavum C. Muell.—651 pt.
—dichotomum Hedw.—675
—julaceum Sm.—677
—rigidum Mitt.—707
—torquescens Bryol. eur.—652 pt.

NECKERACEAE (B $^{6}/_{67}$)

Neckera leucocolea Mitt.—650

FABRONIACEAE (B $^{6}/_{71}$)

Fabronia polycarpa Hook.—660

HYPNACEAE (B $^{6}/_{79}$)

Dimerodontium mendozense Mitt.—656

Hypnum pendulum Dill.—671

—tenuifolium Hedw.—669

Microthamnium Sellowii (Hornsch.) Mitt. — Hypnum Sellowii.—658

CYATHEACEAE

Dicksonia Sellowiana (Presl) Hook.—1301

PTERIDOPHYTA

POLYPODIACEAE (P $^{1}/_{3}$)

Adiantopsis chlorophylla (Sw.) Fée —Cheilanthes chlorophylla.—601, 1601

Adiantum cuneatum Langsd. & Fisch.—613

—Poiretii Wikstr.—Adiantum aethiopicum.—614

Anogramma chaerophylla (Desv.) Link—Gymnogramme chaerophylla.—610

Asplenium lunulatum Sw.—607 pt.

—serra Langsd. & Fisch.—1636

—Ulbrichtii Ros.—607 pt.

Athyrium decurtatum (Kze.) Presl—1420

Blechnum auriculatum Cav.— Blechnum australe—602, 615, 616 pt., 618 pt.

—brasiliense Desv.—Lomaria capensis.—616 pt., 1300

—capense (L.) Schlechtend.—Lomaria capensis.—616 pt., 618 pt.

Cheilanthes Hieronymi Hert.—Cheilanthes tenuifolia. —603

Dennstaedtia tenera (Presl) Mett.—1270

Didymochlaena truncatula (Sw.) J. Sm.—1640

Doryopteris concolor (Langsd. & Fisch.).—Pellaea concolor.—620

—triphylla (Lam.) Christ — Cassebeera triphylla.—609
Dryopteris connexa (Kaulf.) C. Chr.—1622
—dentata (Forsk.) C. Chr.—559 pt., 1344 pt., 1480
—opposita (Vahl) Urb.—Nephrodium conterminum.—604
—patens (Sw.) O. Ktze.—1344 pt.
—riograndensis (Lindm.) C. Chr.—1419
—submarginalis (Langsd. & Fisch.) C. Chr.—Nephrodium Caripense.—623
Polypodium minimum (Bory) Hert.—Polypodium incanum.—612
—phyllitidis L.—1346
—rufulum Presl—Polypodium lepidopteris.—621
—vacciniifolium Langsd. & Fisch.—611
Polystichum adiantiforme (Forst.) J. Sm.— Aspidium Capense.—608, 857 pt.
—montevidense (Spr.) Ros.—857 pt.
Trismeria trifoliata (L.) Diels—Gymnogramme trifoliata.—619
Woodsia montevidensis (Spr.) Hier.—Woodsia obtusa.—606 pt.

SCHIZAEACEAE (P $^{1}/_{7}$)

Aneimia tomentosa (Saw.) Sw.—605
—Tweedieana Hock.—Aneimia sorbifolia.—1306

OSMUNDACEAE (P $^{1}/_{8}$)

Osmunda palustris Schrad.—617, 1343

SALVINIACEAE (P $^{2}/_{9}$)

Azolla caroliniana Willd.—1034

MARSILEACEAE (P $^{2}/_{10}$)

Marsilea Hickenii Hert.—1319, 1320

OPHIOGLOSSACEAE (P $^{4}/_{12}$)

Ophioglossum crotalophoroides Walt.—1507

EQUISETACEAE (P $^{6}/_{14}$)

Equisetum giganteum L.—696
—ramosissimum Desf.—832

LYCOPODIACEAE (P $^{8}/_{18}$)

Lycopodium alopecuroides L.—1190

SIPHONOGAMA

GNETACEAE (S $^{6}/_{7}$)

Ephedra Tweedieana C. A. Mey.—332

TYPHACEAE (S $^{7}/_{8}$)

Typha domingensis Pers.—690

POTAMOGETONACEAE (S $^{8}/_{11}$)

Potamogeton Aschersonii A. Benn.—Potamogeton pusillus.—898 pt.

—Gayi A. Benn.—Potamogeton pusillus.—898 pt., 1826, 1829

—montevidensis A. Benn.—1348

—pusillus L.—898 pt.

—stenostachys K. Schum.—1328

—striatus Ruiz & Pav.—1431

Zannichellia palustris L.—1361

SCHEUCHZERIACEAE (S $^{8}/_{14}$)

Lilaea subulata HB.—392

Triglochin striata Ruiz & Pav. — 395

ALISMATACEAE (S $^{8}/_{15}$)

Echinodorus grandiflorus (Cham. & Schlechtend.) Micheli—495

Sagittaria montevidensis Cham. & Schlechtend.—494

HYDROCHARITACEAE (S $^{8}/_{17}$)

Helodea densa (Planch.) Casp.—Egeria densa.—837

ANDROPOGONACEAE (S $^{10}/_{19}$)

Andropogon condensatus HBK.—627

PANICACEAE (S $^{10}/_{19}$)

Cenchrus echinatus L.—552

Digitaria sanguinalis (L.) Scop.—Panicum sanguinale.—546

Echinochloa colonum (L.) Link—Oplismenus colonus.—1170

—crus-galli (L.) Pal. Beauv.—Oplismenus crus-galli & Oplismenus pictus.—538, 638, 910

Panicum dichotomum L. —579
—grumosum Nees—1887
—proliferum Lam.—547 pt.
—racemòsum Spr.—Panicum reptans.—581
Paspalum dilatatum Poir.—574
—Lagascae Roem. & Schult.—829
Pennisetum latifolium Spr.—Gymnothrix latifolia.—537
Setaria glauca (L.) Pal. Beauv.—548
—geniculata (Poir.) Pal. Beauv.—Setaria caudata.—626
Stenotaphrum americanum Schrank.—535

ORYZACEAE (S $^{10}/_{19}$)

Leersia hexandra Sw.—Oryza hexandra.—973

PHALARIDACEAE (S $^{10}/_{19}$)

Phalaris augusta Nees—819 pt.
—canariensis L.—583

AGROSTIDACEAE (S $^{10}/_{19}$)

a) AGROSTIDEAE

Polypogon elongatus HBK.—629
—monspeliensis (L.) Desf.—551
Sporobolus Berteroanus (Trin.) Hitchk. & Chase—Sporobolus elongatus.—549

b) STIPEAE

Piptochaetium stipoides (Trin. & Rupr.) Hack.—Urachne stipoides.—575
Stipa bicolor Nees—795 pt.
—hyalina Nees—571

AVENACEAE (S $^{10}/_{19}$)

Avena barbata Pott—Avena hirsuta.—542
—sterilis L.—550
Danthonia cirrhata Hack. & Ar.—Danthonia secundiflora.—594

FESTUCACEAE (S $^{10}/_{19}$)

Arundo phragmites L.—Phragmites communis.—556
Briza brizoides (Lam.) O. Ktze.—Calotheca triloba.—746 pt.

—erecta Lam.—Chascolytrum erectum.—588
—minor L.—590 pt., 598
—subaristata Lam.—Chascolytrum subaristatum.—586
—triloba Nees—Calotheca tribola.—746 pt.
Bromus hordaceus L.—Bromus mollis.—747
—unioloides (Willd.) HBK.—545
Cortaderia Selloana (Schult.) Asch. & Gr.—Arundo Selloana.—547 pt.
Eragrostis cilianensis (All.) Vignolo-Lutati—Poa megastachya.—591
Glyceria fluitans (L.) R. Br.—266 pt.
Koeleria phleoides (Willd.) Pers.—Gastridium australe.—570
Melica aurantiaca Lam.—773
—papilionacea L.—Melica rigida.—577 pt., 578
—sarmentosa Nees—573
Poa annua L.—1303
—lanuginosa Poir.—628
Scleropoa rigida (L.) Gris.—Festuca rigida.—577 pt.

CHLORIDACEAE S (10/19)

Chloris distichopylla Lag.—Eustachys distichopylla.—568
Cynodon dactylon (L.) Pers.—633
Eleusine indica (L.) Gaertn.—642
—tristachya (Lam.) Kunth—Eleusine oligostachya.—643

HORDEACEAE (S 10/19)

Hordeum murinum L.—572
Lolium perenne L.—587
—temulentum L.—590 pt.
Triticum durum Desf.—596 pt.

CYPERACEAE (S 10/20)

Carex bonariensis Desf.—904
—bracteosa Kze.—592
—pseudocyperus L.—810
—riparia Curt.—736

—Tweedieana Nees—1808
Cyperus articulatus L.—894
—esculentus L.—Cyperus helodes.—523 pt.
—flavus (Vahl) Nees—513, 520
—helodes Schrad.—523 pt.
—laetus Presl—Cyperus oostachys.—530
—prolixus HBK.—Comostemum Schottii.—519 pt., 1778 pt.
—reflexus Vahl—524
—vegetus Willd.—526, 536, 596 pt.
—xanthostachys Steud.—Cyperus Lechleri.—735
Heleocharis striatula Desv.—525
Kyllingia monocephala Rottb.—514
Rhynchospora aurea Vahl—Rhynchospora florida.—522
Scirpus americanus Pers.—Scirpus pungens.—516
—Arechavaletae Boeck.—991
—cernuus Vahl—Isolepis pygmaea.—986
—lacustris L.—515 pt.
—littoralis Schrad.—Scirpus lacustris.—515 pt.
—montevidensis (Link) C. B. Clarke—Comostemum montevidense.—528
—riparius Presl—Scirpus lacustris.—515 pt.

PALMAE (S $^{11}/_{21}$)

Butia capitata (Mart.) Becc.—1841

XYRIDACEAE (S $^{14}/_{19}$)

Xyris Sellowiana Kunth—Xyris laxifolia.—850

BROMELIACEAE (S $^{14}/_{32}$)

Tillandsia dianthoidea Rossi—Pourretia aeranthos.—1091

COMMELINACEAE (S. $^{14}/_{33}$)

Commelina sulcata Hoffmannsegg—344
Tradescantia fluminensis Vell.—Tradescantia mundata.—930

PONTEDERIACEAE (S $^{14}/_{34}$)

Eichhornia azurea (Sw.) Kunth—491
Pontederia cordata L.—Pontederia nymphaeifolia.—493

JUNCACEAE (S $^{15}/_{36}$)

Juncus acutus L.—195

—bufonius L.—988

—microcephalus HBK.—477, 519 pt.

LILIACEAE (S $^{15}/_{38}$)

Brodiaea uniflora (Lindl.) Engl.—Tríteleia uniflora.—507

Nothoscordum bonariense (Pers.) Beauvd.—Triteleia aurea.—510

—inodorum (Ait.) Asch. & Gr.—Nothoscordum Sellowianum.—509 pt.

—Sellowianum Kunth—Triteleia Sellowiana.—509 pt., 512

Smilax brasiliensis Spr.—1886

AMARYLLIDACEAE (S $^{15}/_{40}$)

Haylockia pusilla Herb.—1857 pt.

Hippeastrum bifidum (Herb.) Bak.—Habranthus bifidus.—505

Zephyranthes Andersonii (Herb.) Benth.—Habranthus Andersonii.—179 pt., 182 pt., 184 pt., 185, 506, 831

IRIDACEAE (S $^{15}/_{44}$)

Calydorea nuda Bak.—Rotherbe gracilis.—564

Cypella Herbertii (Lindl.) Herb.—Polia bonariensis.—499

—plumbea Lindl.—Phalocallis plumbea.—1367

Sisyrinchium chilense Hook.—502

—fasciculatum Klatt.—936

—micranthum Cav.—934

—vaginatum Spr.—498

CANNACEAE (S $^{16}/_{47}$)

Canna glauca Willd.—485

—indica L.—484

ORCHIDACEAE (S $^{17}/_{50}$)

Bipinnula Gibertii Reichenb. f.—487

Habenaria montevidensis Spr.—947

—pentadactyla Lindl.—892

Oncidium bifolium Sims—Oncidium viperinum.—794

SALICACEAE (S $^{20}/_{56}$)

Salix Humboldtiana Kunth — 864

ULMACEAE (S $^{26}/_{63}$)

Celtis tala Gill. — 1746

MORACEAE (S $^{26}/_{64}$)

Dorstenia brasiliensis Lam. — 112 pt.

URTICACEAE (S $^{26}/_{65}$)

Boehmeria cylindrica (L.) Sw: — 222
Parietaria debilis Forst. — 732
Urtica spathulata Sm. — 437
— urens L. — 427, 438 pt., 1500

LORANTHACEAE (S $^{28}/_{67}$)

Eubrachion ambiguum (Hook. & Arn.) Engl. — Eubrachion Arnottii. — 554
Psittacanthus cuneifolins (Ruiz & Pav.) Engl. — Phrygilanthus cuneifolins. — 273

SANTALACEAE (S $^{28}/_{69}$)

Acanthosyris spinescens (Mart. & Eichl.) Gris. — 921 pt.
Iodina rhombifolia Hook. & Arn. — 902

POLYGONACEAE (S $^{30}/_{77}$)

Muehlenbeckia sagittifolia Meissn. — 36
Polygonum acre HBK. — 704
— acuminatum HBK. — 705
— brasiliense C. Koch. — 37
— glabrum Willd. — 34
— Meissnerianum Cham. & Schlechtend. — 849
— persicarioides HBK. — 35
Rumex conglomeratus Murr. — 1439
— cuneifolius Campd. — 33 pt.
Ruprechtia salicifolia C. A. Mey. — 219 pt.

CHENOPODIACEAE (S $^{31}/_{78}$)

Atriplex montevidensis Spr. — Obione cristata. — 25
Beta vulgaris L. — 19
Chenopodium album L. — 20
— ambrosioides L. — 22
— multifidum L. — Roubieva multifida. — 26

—murale L.—21
—retusum Juss.—Chenopodium obovatum.—23
—urbicum L.—891
Salicornia fructicosa L.— Arthrocnemum fruticosum.—28 pt.
Suaeda fructicosa (L.) Forsk.—405

AMARANTACEAE (S 31/79)

Alternanthera polygonoides (L.) R. Br.—Bucholtzia polygonoides.—229
—repens (L.) Steud.—Alternanthera achyrantha.—17
Amarantus crispus (Lesp. & Thév.) Terr.—Amarantus cristulatius.—1
—gracilis Desf.—Euxolus viridis.—5, 8
—muricatus Gill.—Euxolus muricatus.—4
—quitensis HBK.—Amarantus chlorostachys.—2
Bucholtzia philoxeroides Mart.—15
Gomphrena celosioides Mart.—Gomphrena decumbens.—253
—elegans Mart.—789
—perennis L.—Gomphrena villosa.—10
Iresine celosioides L.—Iresine polymorpha.—9
Pfaffia glauca Spr.—Serturnea glauca.—14
—sericea Mart.—11
—tomentosa Mart.—Pfaffia lanata.—12

NYCTAGINACEAE (S 31/80)

Boerhaavia erecta L.—1184

PHYTOLACCACEAE (S 31/83)

Rivina laevis L.—534

AIZOACEAE (S 31/84)

Mollugo verticillata L.—171
Sesuvium portulacastrum L.—333
Tetragonia expansa Murr.—966

PORTULACACEAE (S 31/85)

Montia fontana L.—726
Portulaca hirsutissima Camb.—1892
—oleracea L.—1884
—pilosa L.—87 pt.

BASELLACEAE (S $^{31}/_{86}$)

Boussingaultia gracilis Miers.—Boussingaulitia baselloides.—30 pt.

CARYOPHYLLACEAE (S $^{31}/_{87}$)

Cardionema ramosissimum (Weinm.) Thell.—Acanthonychia ramosissima.—369
Cerastium glomeratum Thuill.—783
—mollissimum Poir.—889
—Selloi Schlechtend.—737
Herniaria setigera Gill.—398
Paronychia chilensis DC.—39
Polycarpon tetraphyllum (L.) L. T.—402
Sagina procumbens L. —917
Silene cisplatensis Camb.—1649
—gallica L.—741
—laeta (Ait.) A. Br.—952
Spergularia grandis (Pers.) HBK.—410, 751
—media (L.) Gris.—990
Stellaria media (L.) Vill.—1484

RANUNCULACEAE (S $^{32}/_{91}$)

Anemone decapetala L.—1665
Clematis Hilarii Spr.—1454
Ranunculus apiifolius Pers.—Aphanostemma apiifolium.—409 pt.
—cordifolius Spr.—Casalea ascendens.—923
—fascicularis Muehlenb.—408
—muricatus L.—Aphanostemma apiifolium.—409 pt.

BERBERIDACEAE (S $^{32}/_{93}$)

Berberis laurina Thunb.—1373

MENISPERMACEAE (S $^{32}/_{94}$)

Cissampelos pareira L.—289

LAURACEAE (S $^{32}/_{102}$)

Nectandra angustifolia (Schrad.) Nees—238
Ocotea acutifolia (Nees) Mez — Oreodaphne acutifolia.—236

PAPAVERACEAE (S $^{33}/_{104}$)

Fumaria capreolata L.—343

CRUCIFERAE (S $^{33}/_{105}$)

Brassica napus L.—1563

Capsella bursa-pastoris (L.) Medic.—1721

Cardamine chenopodiifolia Pers.—189

Lepidium bonariense L.—Lepidium bipinnatum.—184 pt.

Nasturtium fontanum (Lam.) Asch.—Nasturtium officinale.—191

—nasturtioides (Camb.) Hert.—Cardamine Hilariana.—190

—silvestre (L.) R. Br.—193

Raphanus sativus L.—1778 pt.

Rapistrum rugosum (L.) Berg.—740

Senebiera didyma (L.) Pers.—Senebiera pinnatifida.—183

Sisymbrium officinale (L.) Scop.—192

DROSERACEAE (S $^{34}/_{112}$)

Drosera brevifolia Pursh—Drosera maritima.—689

CRASSULACEAE (S $^{35}/_{115}$)

Tillaea bonariensis (DC.) Britt.—Tillaea aquatica.—695

SAXIFRAGACEAE (S $^{35}/_{117}$)

Escallonia montevidensis (Cham. & Schlechtend.) DC.—879

—Sellowiana DC.—1136

ROSACEAE (S $^{35}/_{126}$)

Acaena eupatoria Schlechtend.—407

Margyricarpus setosus Ruiz & Pav.—759

Rubus fruticosus L.—406

LEGUMINOSAE (S $^{35}/_{128}$)

a) MIMOSOIDEAE

Acacia bonariensis Gill.—1802

—Farnesiana (L.) Willd.—1717

Calliandra brevipes Benth.—944

—Tweediei Benth.—476

Desmanthus virgatus (L.) Willd.—1587
Mimosa adpressa Hook. & Arn.—266 pt.
—flagellaris Benth.—1589
—fragrans A. Gray—365
Prosopis juliflora DC.—Prosopis dulcis.—1519

b) CAESALPINIOIDEAE

Bauhinia candicans Benth.—1720
Caesalpinia Gilliesii Wall.—1744
Cassia bicapsularis L.—1466
—corymbosa Lam. 1830
—rotundifolia Pers.—234

c) PAPILIONATAE

Adesmia bicolor DC.—644
—incana Vog.—859
—latifolia Vog.—852
—muricata DC.—739
Aeschynomene hystrix Poir.—475
Astragalus prostratus Hook. & Arn.—391
Camptosema rubicundum Hook. & Arn.—531
Canavalia bonariensis Lindl.—1084
Erythrina crista-galli L.—1080
Galactia marginalis Benth.—686
—Neesii DC.—Collaea Neesii.—975
Indigofera anil L.—1573
Lathyrus magellanicus Lam.—312
—nervosus Lam.—151
—pubescens Hook. & Arn.—152
—stipularis Presl—149, 793
—tomentosus Lam.—823
Lupinus bracteolaris Desr.—1394
—linearis Desr.—468
—multiflorus Desr.—469
Medicago arabica (L.) Huds.—Medicago maculata.—682
—hispida Gaertn.—Medicago arabica.—683
—laciniata Mill.—Medicago diffusa.—684
—minima Willd—685

—sativa L.—1593
Melilotus indicus (L.) All.—812
—messanensis All.—647
Ornithopus micranthus (Benth.) Ar.—Arthrolobium micranthum.—1630
Phaseolus ovatus Benth.—311
—prostratus Benth.—935
Poecilanthe parviflora Benth.—239
Poiretia psoraloides DC.—148
Rhynchosia senna Gill.—466
Sesbania marginata Benth.—1877
—punicea Benth.—217
Spartium junceum L.—1810
Stylosanthes leiocarpa Vog.- 867, 1003
—montevidensis Vog.—1002
Tephrosia cinerea Pers.—318
Trifolium polymorphum Poir.—680
Vicia graminea Sm.—150
—linearifolia Hook. & Arn.—963
—montevidensis Vog.—1614
—sativa L.—464

GERANIACEAE (S 36/129)

Erodium cicutarium (L.) L'Hér.—1660
—moschatum (L.) L'Hér.—331
Geranium Robertianum L.—1657
Viviania lanceolata (Klotzsch) Ar.—Caesarea lanceolata.—931

OXALIDACEAE (S 36/130)

Oxalis andicola Gill.—459
—articulata Sav.—454
—lobata Sims—460
—Martiana Zucc.—455

TROPAEOLACEAE (S 36/131)

Tropaeolum pentaphyllum Lam.—Chymocarpus pentaphyllus.—1805

LINACEAE (S $^{36}/_{132}$)

Linum prostratum Domb.—403

—selaginoides Lam.—394

RUTACEAE (S $^{36}/_{137}$)

Fagara hiemalis (St. Hil.) Engl.—Zanthoxylon hiemale.—819 pt.

MALPIGHIACEAE (S $^{36}/_{141}$)

Heteropteris umbellata Juss.—358

Stigmaphyllum jatrophifolium Juss.—1561

—littorale Juss.—1898

POLYGALACEAE (S $^{36}/_{145}$)

Monninia emarginata St. Hil.—927

Polygala brasiliensis L.—254

—gracilis HBK.—255

—linoides Poir.—123, 376

—resedoides St. Hil.—378

EUPHORBIACEAE (S $^{36}/_{147}$)

Acalypha rotundifolia Hert.—208

—variabilis Klotzsch—Acalypha communis.—957

Chiropetalum molle Klotzsch—Argythamnia mollis.—782

Croton Harmsianus Hert.—Croton lanatus.—786 pt.

—lanatus Lam.—786 pt.

—montevidensis Spr. 955 pt.

—nitrariifolius Baill.—956

Euphorbia caespitosa Lam.—182 pt.

—hypericifolia L.—901

—ovalifolia Engelm.—Euphorbia serpens.—304, 357

—peplus L.—Euphorbia peplis.—179 pt.

Phyllanthus pulcherrimus Hert.—Phyllanthus ziziphoides.—180 pt.

—Sellowianus Muell. Arg.—Phyllanthus ziziphoides.—180 pt.

Sapium montevidense Klotzsch—Excaecaria biglandulosa.—181

Sebastiania pachystachys Muell. Arg.—557

—serrata Muell. Arg.—276
Tragia geraniifolia Baill.—249
—pinnata (Poir.) Juss.—768

CALLITRICHACEAE (S $^{36}/_{148}$)

Callitriche deflexa A. Br.—Callitriche pedunculata.—838
—verna L.—694

ANACARDIACEAE (S $^{37}/_{153}$)

Schinus dependens Ort.—Duvaua dependens.—1468

CELASTRACEAE (S $^{37}/_{158}$)

Maytenus ilicifolia Mart.—921 pt.

SAPINDACEAE (S $^{37}/_{165}$)

Allophylus edulis (St. Hil.) Radlk.—922
Cardiospermum halicacabum L.—Cardiospermum microcarpum.—875
—velutinum Hook. & Arn.—1857 pt.
Dodonaea visçosa Jacq.—754
Urvillea uniloba Raldk.—Urvillea euryptera.—301

RHAMNACEAE (S $^{38}/_{169}$)

Discaria longispina Miers—Colletia longispina.—802
Scutia buxifola Reiss. –861

VITACEAE (S $^{38}/_{170}$)

Vitis palmata Bak.—1770
—striata Miq.—687

TILIACEAE (S $^{39}/_{174}$)

Luehea divaricata Mart. & Zucc.—260

MALVACEAE (S $^{39}/_{175}$)

Abutilon molle (Ort.) Sweet—350 pt.
– terminale St. Hil.—1517
Anoda hastata Cav.—302
Hibiscus cisplatinus St. Hil.—Abelmoschus cisplatinus.—348
Malva parviflora L.—733
Malvastrum campanulatum Nichols.—Malva purpurata.—352
—capitatum (Cav.) Gris.—Malva capitata.—288
—lasiocarpum (St. Hil. & Naud.). K. Schum.—Malva lasiocarpa.—345

—ribifolium (Schlechtend.) Hemsl.—Malva ribifolia.—287
Modiola multifida Moench—Modiola prostrata.—346
Pavonia glechomoides St. Hil.—354
—hastata Cav.—691
—sepium St. Hil.—347
Sida Arnottiana Gill.—Abutilon Arnottianum.—282
—aurantiaca St. Hil.—873
—hastata St. Hil.—242
—macrodon DC.—Sida intermedia.—798
—rhombifolia L.—202, 296
Wissadula glechomifolia (St. Hil.) R. E. Fr.—Abutilon glechomifolium.—425

STERCULIACEAE (S $^{39}/_{178}$)

Ayenia pusilla L.—955 pt.

GUTTIFERAE (S $^{40}/_{187}$)

Hypericum campestre Cham. & Schlechtend.—388
— connatum Lam.—1873
—myrianthum Cham. & Schlechtend.—223
—Pelleterianum St. Hil.—Hypericum tamariscinum.—855

CISTACEAE (S $^{40}/_{193}$)

Helianthemum brasiliense (Lam.) Pers.—393

VIOLACEAE (S $^{40}/_{198}$)

Hybanthus glutinosus (Vent.) Taub.—Ionidium glutinosum.—439

TURNERACEAE (S $^{40}/_{201}$)

Turnera pinnatifida Juss.—681

PASSIFLORACEAE (S $^{40}/_{203}$)

Passiflora caerulea L.—29

LOASACEAE (S $^{40}/_{206}$)

Blumenbachia insignis Schrad.—259

BEGONIACEAE (S $^{40}/_{208}$)

Begonia cucullata Willd.—246

THYMELAEACEAE (S $^{42}/_{214}$)

Daphnopsis racemosa Gris.—219 pt.

LYTHRACEAE (S 42/216)

Cuphea glutinosa Cham. & Schlechtend.—307
—racemosa (L. f.) Spr.—Cuphea spicata.—1749
Heimia salicifolia (HBK) Link & Otto—86 pt.
Lythrum hyssopifolium L. —Lythrum alatum.—327
Pleurophora anomala (St. Hil.) Koehne. —Lythrum anomalum.—338

MYRTACEAE (S 42/222)

Blepharocalyx amarus Cav.—698
Eugenia glaucescens Berg—89 pt.
Feijoa Sellowiana Berg — 634
Myrtus apiculata (Berg) Hert.—Myrcianthes apiculata. —876

OENOTHERACEAE (S 42/224)

Epilobium Arechavaletae Lév. —Epilobium parviflorum. —336
Jussiaea grandiflora Micheli—337
—Hookeri Micheli—862
—tomentosa Camb.—235
Oenothera acaulis Cav.—86 pt.
—longiflora Jacq.—339
—mendocinensis Gill.—788
—mollissima L.—342
—odorata Jacq.—341

HALORRHAGIDACEAE (S 42/225)

Myriophyllum brasiliense Camb.—Myriophyllum proserpinacoides.—366

UMBELLIFERAE (S 43/228)

Ammi visnaga (L.) Lam.—1762
Apium ammi (Jacq.) Urb. — Helosciadium leptophyllum.—423
—ranunculifolium HBK.—Helosciadium ranunculifolium. —422
Bowlesia tenera Spr.—Bowlesia geraniifolia.—436
Conium maculatum L.—1856
Daucus montevidensis DC.—424

Diposis saniculifolia DC.—426
Eryngium ebracteatum Lam.—895
—gramineum Delar.—974
—nudicaule Lam.—430
—pandanifolium Cham. & Schlechtend.—827
—paniculatum Cav. & Dombey—826, 1446
Foeniculum vulgare Mill.—161
Hydrocotyle asiatica L.—435
—bonariensis Lam.—434
—modesta Cham. & Schlechtend.—438 pt.
—ranunculoides L. f.—Hydrocotyle natans.—925
Torilis nodosa (L.) Gaertn.—428

PRIMULACEAE (S 45/237)

Anagallis arvensis L.—1796, 1797
Samolus valerandi L.—1747

PLUMBAGINACEAE (S 45/238)

Statice brasiliensis Boiss.—382

SAPOTACEAE (S 46/239)

Pouteria neriifolia (Hook. & Arn.) Radlk.—Lucuma Sellowii.—368

GENTIANACEAE (S 47/246)

Erythraea chilensis Pers.—932
Limnanthemum Humboldtianum Gris.—846
Microcala quadrangularis Gris.—1088
Zygostigma australe (Cham. & Schlechtend.) Gris.—929

APOCYNACEAE (S 47/247)

Macrosiphonia verticillata Muell. Arg.—852

ASCLEPIADACEAE (S 47/248)

Arauja sericifera Brot.—Arauja albens.—163 pt., 1724
Asclepias nervosa Decne.—Asclepias mellodora.—165
Metastelma virgatum Decne.—848
Oxypetalum crispum Wight—818
—solanoides Hook. & Arn.—164
—tomentosum Wight.—841
Rhyssostelma nigricans Decne.—785
Roulinia tamifolia (Hook. & Arn.) Decne.—949

CONVOLVULACEAE (S $^{48}/_{249}$)

Calonyction bona-nox (L.) Boj.—1625
Calystegia sepium (L.) R. Br.—309
—soldanella (L.) R. Br.—174
Convolvulus arvensis L.—1780
—crenatifolius L'Hér.—218
—Hermanniae L'Hér.—795 pt.
—laciniatus L'Hér.—742
Dichondra argentea Willd.—396
—repens Forst.—397
—sericea Sw.—401
Evolvulus sericeus Sw.—799
Ipomaea coccinea L.—Quamoclit coccinea.—231, 240
—digitata L.—176
—palmata Forsk.—194

BORRAGINACEAE (S $^{48}/_{252}$)

Cochranea anchusifolia (Poir.) Guercke—Heliophytum anchusifolium.—62 pt.
Heliotropium curassavicum L.—1765
—inundatum Sw.—Schleidenia inundata.—228
—phylicoides DC.—Heliophytum phylicoides.—871

VERBENACEAE (S $^{48}/_{253}$)

Citharexylon barbinerve Cham.—33 pt., 1855
Lantana Sellowiana Link & Otto—880
Lippia geminata HBK.—Zapania geminata.—1167, 1801
—lycioides (Cham.) Steud.—Aloysia lycioides.—1860
—nodiflora (L.) Michx.—1858
—urticoides (Cham.) Steud.—Aloysia urticoides.—474
Verbena bonariensis L.—1510
—chamaedrifolia Juss.—1590
—erinoides Lam.—446
—intermedia Gill. & Hook.—213 pt.
—litoralis HBK.—443, 445, 450
—officinalis L.—779
—teucrioides Gill. & Hook.—444
—venosa Gill. & Hook.—1745

LABIATAE (S $^{48}/_{254}$)

Hyptis fasciculata Benth.—258
—mutabilis (Rich.) Briq.— Hyptis spicata.—210, 1864
Marrubium vulgare L.—760
Melissa officinalis L.—320 pt.
Mentha aquatica L.– 62 pt.
—rotundifolia Huds.—63
Ocimum carnosum Link & Otto—319
Salvia pallida Benth.—257
—procurrens Benth.—321
—uliginosa Benth.—324
Scutellaria rumicifolia HBK.—322
Stachys arvensis L.—725
Teucrium cubense Jacq.—69 pt., 825
—inflatum Sw.—325

SOLANACEAE (S $^{48}/_{256}$)

Acnistus parviflorus Sendtn.— Acnistus cestroides.—18 pt.
Cestrum parqui L'Hér.—1612
Datura ferox—Datura stramonium.—1633 pt.
Grabowskia Schlechtendalii Sendtn.—271
Himeranthus runcinatus Endl.—1471
Lycium cestroides Schlechtend.—Acnistus cestroides. 18 pt.
Nicotiana longiflora Cav.—132
—noctiflora Hook.—131 pt.
—tristis Sm.—Nicotiana noctiflora.—131 pt.
Nierembergia ericoides Miers.—874
—linariifolia R. Grah.—Nierembergia filicaulis.—30 pt.
Petunia axillaris (Lam.) Britt., Stern & Poggenb.—Petunia nyctaginiflora.—52
—parviflora Juss.—Leptophragma montevidensis.—135
Physalis viscosa L.—Physalis hirsuta.—137
Salpichroa origanifolia (Lam.) Thell.—Salpichroa rhomboidea.—961
Solanum angustifolium Lam.—138

— argillicolum Dun. — 902
— boerhaviifolium Sendtn. — 141
— bonariense L. — 130 pt.
— Commersonii Dun. — 962
— elaeagnifolium Cav. — 145
— nigrum L. — 142
— sisymbriifolium Lam. — 50
— tuberosum L. — 263
— verbascifolium L. — 316

SCROPHULARIACEAE (S $^{48}/_{257}$)

Bellardia trixago (L.) All. — Trixago apula. — 1363.
Castilleja communis Benth. — 847
Gerardia communis Cham. & Schlechtend. — 420
— linarioides Cham. & Schlechtend. — 241
— rigida Gill. — 421
Gratiola peruviana L. — 920
Herpestes flagellaris Cham. & Schlechtend. — 413
— monniera (L.) HBK. — 441
Linaria canadensis (L.) Dum.-Cours. — 418
Parentucellia viscosa (L.) Caruel. — Euphragia viscosa. — 1362
Scoparia flava Cham. & Schlechtend. — 330 pt.
Stemodia hyptoides Cham. & Schlechtend. — 414
Veronica agrestis L. — 706
— arvensis L. — 417
— peregrina L. — 924

BIGNONIACEAE (S $^{48}/_{258}$)

Bignonia unguis-cati L. — 470
Macfadyena dolichandra Benth. & Hock. — Spathodea dolichandra. — 247
Pithecoctenium cynanchoides DC. — 472

MARTYNIACEAE (S $^{48}/_{260}$)

Proboscidea lutea (Lindl.) Stapf — Martynia montevidensis. — 606 pt.

GESNERIACEAE (S $^{48}/_{262}$)

Dolichodeira tubiflora Hanst. — 363

ACANTHACEAE (S $^{48}/_{266}$)

Adhatoda flexuosa Nees — 415 pt.
— Tweedieana Nees — Adhatoda flexuosa. — 415 pt.
Beloperone spathulata (Nees & Mart.) Nees — 412
Dianthera ovata Walt. — Rhytiglossa obtusifolia. — 364
Dicliptera Tweedieana Nees — 560
Hygrophila lacustris Nees — 442
— longifolia Nees — 310
Stenandrium trinerve Nees — 1806

PLANTAGINACEAE (S $^{49}/_{269}$)

Plantago Candollei Raf. — 957
— chilensis Raf. — 373
— coriacea Cham. & Schlechtend. — 928
— hirtella HBK. — 370, 371
— major L. — 372

RUBIACEAE (S $^{50}/_{270}$)

Cephalanthus glabratus (Spr.) K. Schum. — Cephalanthus sarandi. — 1397.
Diodia polymorpha Cham. & Schlechtend. — Triodon polymorpha. — 383
Galium aparine L. — 919
Manettia ignita (Vell.) K. Sch. — Manettia cordifolia. — 213 pt.
Mitracarpus Sellowianus Cham. & Schlechtend. — 385
Oldenlandia thesiifolia (St. Hil.) K. Sch. — Hedyotis uniflora. — 400
Relbunium ericoides (Lam.) K. Sch. — Galium ericoides. — 389
Richardsonia stellaris Cham. & Schlechtend. — 387
Spermacoce verbenoides (Cham. & Schlechtend.) Hook. & Jacks. — Borreria verbenoides. — 404
— verticillata L. — Borreria verticillata. — 384

CAPRIFOLIACEAE (S $^{50}/_{271}$)

Sambucus australis Cham. & Schlechtend. — 775

VALERIANACEAE (S $^{50}/_{273}$)

Valerianopsis polystachya (Smith) C. A. Muell. — Valeriana polystachya. — 367

DIPSACACEAE (S $^{50}/_{274}$)

Scabiosa maritima L. — 31

CUCURBITACEAE (S $^{51}/_{275}$)

Cayaponia ficifolia Cogn. — Trianosperma Hilarianum. — 314

Cucurbitella Duriaei (Naud.) Cogn. — Prasopepon Duriaei. — 960

Cyclanthera hystrix Arn. — 734

Melothria fluminensis Gardn. — 411

CAMPANULACEAE (S $^{51}/_{276}$)

Specularia perfoliata (L.) DC. — 1402

Wahlenbergia linarioides (Lam.) DC. — 780

CALYCERACEAE (S $^{51}/_{279}$)

Acicarpha tribuloides Juss. — 159

Boopis bupleuroides (Less.) C. A. Muell. — Boopis crassifolia. — 907

COMPOSITAE (S $^{51}/_{280}$)

a) VERNONIEAE

Vernonia flexuosa Sims — 75

— incana Less. — 221

— nudiflora Less. — 53

— platensis Less. — 856

— rubricaulis HB. — 868

b) EUPATORIEAE

Eupatorium Bacleanum DC. — 40

— bartsiifolium DC. — Eupatorium subhastatum. — 147, 197 pt.

— calyculatum Hook. & Arn.—Disynaphia montevidensis. — 233 pt.

— dendroides Spr. — Eupatorium tremulum. — 154

— erodiifolium DC. — 41

— hecatanthum Bak. — Hebeclinium hecatanthum. — 127

— leptolobum DC. — 909

— liatridium DC. — Eupatorium squarrulosum. — 58 pt., 965

— macrocephalum DC. — Campuloclinium macrocephalum. — 295, 886 pt.

Erigeron bonariensis L. — 101 pt.
— canadensis L. — Conyza myriocephala. — 200
Grindelia discoidea Hook. & Arn.— Grindelia anomala. — 88
Heterothalamus brunioides Less. — 845
Leucopsis diffusa (Pers.) Bak. — Haplopappus diffusa. — 197 pt.
Solidago microglossa DC. — Solidago odora. — 306

d) INULEAE

Achyrocline alata (HBK) DC. — Achyrocline pterocaula. — 721
— saturejoides DC. — Achyrocline flaccida. — 303
Berroa gnaphalioides (Less.) Beauvd. — Lucilia argentea. — 60 pt.
Chevreulia stolonifera Cass. — 749
Facelis retusa (Lam.) Sch. Bip. — Facelis apiculata. — 776
Gnaphalium cheiranthifolium Lam. — 69 pt.
— indicum L. — 60 pt.
— purpureum L. — Gnaphalium spicatum. — 750
Lucilia acutifolia Casa. — 61
— argentea Hook & Arn. — 60 pt.
Pluchea quitoc DC. — 112 pt.
Pterocaulon cordobense O. Ktze. — Pterocaulon spicatum. — 993
— virgatum (L.) DC. — Pterocaulon spicatum. — 45 pt.
Stenachaenium megapotamicum (Spr.) Bak. — Pluchea macrocephala. — 155
Tessaria absinthioides DC. — 860

e) HELIANTHEAE

Acanthospermum australe (L.) O. Ktze. — Acanthospermum xanthioides. — 447, 1130
Ambrosia polystachya DC. — 252
— tenuifolia Spr. — 67
Aspilia buphthalmiflora (DC.) Gris. — Leighia buphthalmiflora. — 124

Bidens chrysanthemoides Michx. — 908
— megapotamica Spr. — Bidens bipinnata. — 95
— pilosa L. — Bidens leucantha. — 109
Blainvillea biaristata DC. — 87 pt.
Calea uniflora Less. — 125
Cephalophora heterophylla (Juss.) Less. — 119
Eclipta alba (L.) Hassk. — Eclipta erecta. — 129, 230
Galinsoga parviflora Cav. — 701
Jaegeria hirta Less. — 225
Parthenium hysterophorus L. — 1648
Pascalia glauca Ort. — 103 pt.
Polymnia maculata Cav. — 1632
Spilanthes arnicoides DC. — Spilanthes helenioides.—100
Verbesina australis (Hook. & Arn.) Bak. — Ximenesia australis. — 250
— subcordata DC. — Verbesina auriculata. — 214
Viguiera anchusifolia (DC.) Bak. — Leighia anchusifolia. — 196
— stenophylla (Hook. & Arn.) Gris. — Leighia stenophylla. — 118
Xanthium spinosum L. — 1638
— strumarium L. — Xanthium macrocarpum. — 28 pt.

f) HELENIEAE

Actinella anthemoides Cass. — Hymenoxys anthemoides. — 1474
Jaumea linearis Pers. — 120
Porophyllum brevifolium Hook. & Arn. — 108 pt.
— linifolium (L.) DC. — Porophyllum brevifolium. — 108 pt.
Tagetes minuta L. — Tagetes glandulifera. — 1427

g) ANTHEMIDEAE

Anthemis arvensis L. — 71
— cotula L. — Maruta cotula. — 1430
Chrysanthemum coronarium L. — 103 pt.
—parthenium (L.) Bernh.—Pyrethrum parthenium.—68
Cotula coronopifolia L. — 72

Soliva nasturtiifolia (Juss.) DC. — 399
— sessilis Ruiz & Pav. — 559 pt.

h) SENECIONEAE

Senecio brasiliensis (Spr.) Less. — Senecio cannabinifolius. — 110 pt.
— cannabinifolius Hook. & Arn. — 110 pt.
— chilensis Less. — 94.
— crassiflorus (Lam.) DC. — 93
— doroniciflorus (Lam.) DC. — 97 pt.
— pinnatus Poir. — 107
— pulcher Hook. & Arn. — 882 pt.
— sagittifolius Bak. — 1371
— Selloi (Spr.) DC. — Senecio doroniciflorus DC. — 97 pt.
— vulgaris L. — 1659

i) CALENDULEAE

Calendula arvensis L. — 101 pt.

k) CYNAREAE

Arctium lappa L. — Lappa communis. — 97 pt.
Centaurea calcitràpa L. — 1725
— melitensis L. — Centaurea apula L. — 76
Cynara cardunculus L. — 897
Onopordum acanthium L. — 885
Silybum marianum (L.) Gaertn. — 1726

l) MUTISIEAE

Chaptalia integrifolia (Cass.) Bak. — Leria integrifolia — 982
— piloselloides (Vahl) Vent. — Lieberkuhnia bracteata. — 320 pt.
— sinuata (DC.) Bak. — Leria sinuata. — 822
Moquinia polymorpha DC. — 1461
Mutisia campanaluta Less. — 994
Pamphalea bupleurifolia Less. — 122 pt.
— Commersonii Cav. — 58 pt.
— heterophylla Less. — 757
Perezia squarrosa (Vahl) Less. — Homoianthus squarrosus. — 55

m) CICHORIEAE

B. INDEX CHRONOLOGICUS

1 Amarantus crispus
2 A. quitensis
4 A. muricatus
5 A. gracilis
9 Iresine celosioides
10 Gomphrena perennis
11 Pfaffia sericea
12 Pf. tomentosa
14 Pf. glauca
15 Bucholtzia philoxeroides
17 Alternanthera repens
18 Acnistus parviflorus, Lycium cestroides
19 Beta vulgaris
20 Chenopodium album
21 Ch. murale
22 Ch. ambrosioides
23 Ch. retusum
25 Atriplex montevidensis
26 Chenopodium multifidum
28 Salicornia fruticosa, Xanthium strumarium
29 Passiflora caerulea
30 Boussingaultia gracilis, Nierembergia linariifolia
31 Scabiosa maritima
33 Citharexylon barvinerve, Rumex cuneifolius
34 Polygonum glabrum
35 P. persicarioides
36 Muehlenbeckia sagittifolia
37 Polygonum brasiliense
39 Paronychia chilensis
40 Eupatorium Bacleanum
41 E. erodiifolium
44 Stevia saturejifolia
45 Pterocaulon virgatum, Stevia laxa
47 Aster squamatus
49 Baccharis cylindrica
50 Solanum sisymbriifolium
52 Petunia axillaris
53 Vernonia nudiflora
54 Trixis stricta
55 Perezia squarrosa
56 Trichocline hetero phylla
58 Eupatorium liatrideum, Pamphalea Commersonii
59 Trichocline humilis. Berroa gnaphalioides
60 Gnaphalium indicum, Lucilia argentea
61 Lucilia acutifolia
62 Cochranea anchusifolia, Mentha aquatica

63 Mentha rotundifolia
64 Trichocline incana
66 Urospermum picroides
67 Ambrosia tenuifolia
68 Chrysanthemum parthenium
69 Gnaphalium cheiranthifolium, Teucrium cubense
71 Anthemis arvensis
72 Cotula coronopifolia
75 Vernonia flexuosa
76 Centaurea melitensis
78 Garhadiolus hedypnois
79 Hypochaeris variegata
83 Helminthia echioides
86 Heimia salicifolia, Oenothera acaulis
87 Blainvillea biaristata, Portulaca pilosa
88 Grindelia discoidea
89 Conyza chilensis, Eugenia glaucescens
91 Trixis brasiliensis
93 Senecio crassiflorus
94 S. chilensis
95 Bidens megapotamica
97 Arctium lappa, Senecio doroniciflorus
98 Baccharis Poeppigiana
100 Spilanthes arnicoides
101 Calendula arvensis, Erigeron bonariensis
102 Baccharis spicata
103 Chrysanthemum coronarium, Pascalia glauca
107 Senecio pinnatus
108 Porophyllum brevifolium, P. linifolium
109 Bidens pilosa
110 Senecio brasiliensis, S. cannabinifolius
111 Baccharis rufescens
112 Dorstenia brasiliensis, Pluchea quitoc
116 Conyza scabiosifolia
117 Eupatorium virgatum
118 Viguiera stenophylla
119 Cephalophora heterophylla
120 Jaumea linearis
121 Picrosia longifolia
122 Pamphalea bupleurifolia, Trixis ochroleuca
123 Polygala linoides
124 Aspilia buphthalmiflora
125 Calea uniflora
127 Eupatorium hecatanthum
129 Eclipta alba
130 Eupatorium pallescens, Solanum bonariense
131 Nicotiana noctiflora N. tristis
132 N. longiflora
135 Petunia parviflora
137 Physalis viscosa
138 Solanum angustifolium
141 S. boerhaviifolium
142 S. nigrum
145 S. elaeagnifolium

147 Eupatorium bartsiifolium
148 Poiretia proralioides
149 Lathyrus stipularis
150 Vicia graminea
151 Lathyrus nervosus
152 L. pubescens
154 Eupatorium dendroides
155 Stenachaenium megapotamicum
159 Acicarpha tribuloides
161 Foeniculum vulgare
163 Arauja sericifera
164 Oxypetalum solanoides
165 Asclepias nervosa
171 Mollugo verticillata
174 Calystegia soldanella
176 Ipomaea digitata
179 Euphorbia peplus, Zephyranthes Andersonii
180 Phyllanthus pulcherrimus, Ph. Sellowianus
181 Sapium montevidense
182 Euphorbia ceaespitosa, Zephyranthes Andersonii
183 Senebiera didyma
184 Lepidium bonariense, Zephyranthes Andersonii
185 Z. Andersonii
189 Cardamine chenopodiifolia
190 Nasturtium nasturtioides
191 N. fontanum
192 Sisymbrium officinale
193 Nasturtium silvestre
194 Ipomaea palmata
195 Juncus acutus
196 Viguiera anchusifolia
197 Eupatorium bartsiifolium, Leucopsis diffusa
200 Erigoron canadense
202 Sida rhombifolia
208 Acalypha rotundifolia
210 Hyptis mutabilis
212 Eupatorium pallescens
213 Manettia ignita, Verbena intermedia
214 Verbesina subcordata
217 Sesbania punicea
218 Convolvulus crenatifolius
219 Daphnopsis racemosa, Ruprechtia salicifolia
221 Vernonia incana
222 Boehmeria cylindrica
223 Hypericum myrianthum
224 Trixis pallida
225 Jaegeria hirta
228 Heliotropium inundatum
229 Alternanthera polygonoides
230 Eclípta alba

231 Ipomaea coccinea
233 Eupatorium calyculatum, E. montevidense
234 Cassia rotundifolia
235 Jussiaea tomentosa
236 Ocotea acutifolia
238 Nectandra angustifolia
239 Poecilanthe parviflora
240 Ipomaea coccinea
241 Gerardia linaroides
242 Sida hastata
246 Begonia cucullata
247 Macfadyena dolichandra
249 Tragia geraniifolia
250 Verbesina australis
252 Ambrosia polystachya
253 Gomphrena celosioides
254 Polygala brasiliensis
255 P. gracilis
257 Salvia pallida
258 Hyptis fasciculata
259 Blumenbachia insignis
260 Luehea divaricata
263 Solanum tuberosum
266 Glyceria fluitans, Mimosa adpressa
268 Guettarda uruguayensis
271 Grabowskia Schlechtendalii
272 Baccharis pingraea
273 Psittacanthus cuneifolius
276 Sebastiania serrata
281 Stevia saturejifolia
282 Sida Arnotiana
287 Malvastrum ribifolium
288 M. capitatum
289 Cissampelos pareira
295 Eupatorium macrocephalum
296 Sida rhombifolia
301 Urvillea uniloba
302 Anoda hastata
303 Achyrocline saturejoides
304 Euphorbia ovalifolia
306 Solidago microglossa
307 Cuphea glutinosa
309 Calystegia sepium
310 Hygrophila longifolia
311 Phaseolus ovatus
312 Lathyrus magellanicus
314 Cayaponia ficifolia
316 Solanum verbascifolium
318 Tephrosia cinerea
319 Ocimum carnosum
320 Chaptalia piloselloides, Melissa officinalis
321 Salvia procurrens
322 Scutellaria rumicifolia
324 Salvia uliginosa
325 Teucrium inflatum
327 Lythrum hyssopifolium
331 Erodium moschatum
332 Ephedra Tweedieana
333 Sesuvium portulacastrum

336 Epilobium Arechavaletae
337 Jussiaea grandiflora
338 Pleurophora anomala
339 Oenothera longiflora
341 Oe. odorata
342 Oe. mollissima
343 Fumaria capreolata
344 Commelina sulcata
345 Malvastrum lasiocarpum
346 Modiola multifida
347 Pavonia sepium
348 Hibiscus cisplatinus
350 Abutilon molle, Scoparia flava
352 Malvastrum campanulatum
354 Pavonia glechomoides
357 Euphorbia ovalifolia
258 Heteropteris umbellata
361 Gymnocoronis spilanthoides
363 Dolichodeira tubiflora
364 Dianthera ovata
365 Mimosa fragrans
366 Myriophyllum brasiliense
367 Valerianopsis polystachya
368 Pouteria neriifolia
369 Cardionema ramosissimum
370, 371 Plantago hirtella
372 Pl.
373 Pl. chilensis
376 Polygala linoides
378 P. resedoides
382 Statice brasiliensis
383 Diodia polymorpha
384 Spermacoce verticillata
385 Mitracarpus Sellowianus
387 Richardsonia stellaris
388 Hypericum campestre
389 Relbunium ericoides
391 Astragalus prostratus
392 Lilaea subulata
393 Helianthemum brasiliense
394 Linum selaginoides
396 Dichondra argentea
397 D. repens
398 Herniaria setigera
399 Soliva nasturtiifolia
400 Oldenlandia thesiifolia
401 Dichondra sericea
402 Polycarpon tetraphyllum
403 Linum prostratum
404 Spermacoce verbenoides
405 Suaeda fruticosa
406 Rubus fruticosus
407 Acaena eupatoria
408 Ranunculus fascicularis
409 R. apiifolius, R. muricatus
410 Spergularia grandis
411 Melothria fluminensis

412 Beloperone spathulata
413 Herpestes flagellaris
414 Stemodia hyptoides
415 Adhatoda flexuosa, A. Tweedieana
417 Veronica arvensis
418 Linaria canadensis
420 Gerardia communis
421 G.
422 Apium ranunculifolium
423 A. ammi
424 Daucus montevidensis
425 Wissadula glechomifolia
426 Diposis saniculifolia
427 Urtica urens
428 Torilis nodosa
430 Eryngium nudicaule
434 Hydrocotyle bonariensis
435 H. asiatica
436 Bowlesia tenera
437 Urtica spathulata
438 Hydrocotyle modesta, Urtica urens
439 Hybanthus glutinosus
441 Herpestes monniera
442 Hygrophila lacustris
443 Verbena litoralis
444 V. teucrioides
445 V. litoralis
446 V. erinoides
447 Acanthospermum australe
450 Verbena litoralis
454 Oxalis articulata
455 O. Martiana
459 O. andicola
460 O. lobata
464 Vicia sativa
466 Rhynchosia senna
468 Lupinus linearis
469 L. multiflorus
470 Bignonia unguis-cati
472 Pithecoctenium cynanchoides
474 Lippia urticoides
475 Aeschynomene hystrix
476 Calliandra Tweediei
477 Juncus microcephalus
484 Canna indica
485 Canna glauca
487 Bipinnula Gibertii
491 Eichhornia azurea
493 Pontederia cordata
494 Sagittaria montevidensis
495 Echinodorus grandiflorus
498 Sisyrinchium vaginatum
499 Cypella Herbertii
502 Sisyrinchium chilense
505 Hippeastrum bifidum
506 Zephyranthes Andersonii
507 Brodiaea uniflora
509 Nothoscordum inodorum, N. Sellowianum
510 N. bonariense
512 N. Sellowianum

513 Cyperus flavus
514 Kyllingia monocephala
515 Scirpus lacustris, Sc. littoralis, Sc. riparius
516 Sc. americanus
519 Cyperus prolixus, Juncus microcephalus
520 Cyperus flavus
522 Rhynchospora aurea
523 Cyperus esculentus, C. helodes
524 C. reflexus
525 Heleocharis striatula
526 Cyperus vegetus
528 Scirpus montevidensis
530 Cyperus laetus
531 Camptosema rubicundum
534 Rivina laevis
535 Stenotaphrum americanum
536 Cyperus vegetus
537 Pennisetum latifolium
538 Echinochloa crus-galli
542 Avena barbata
545 Bromus unioloides
546 Digitaria sanguinalis
547 Cortaderia Selloana. Panicum proliferum
548 Setaria glauca
549 Sporobolus Berteroanus
550 Avena sterilis
551 Polypogon monspeliensis
552 Cenchrus echinatus
554 Eubrachion ambiguum
556 Arundo phragmites
557 Sebastiania pachystachys
559 Dryoptoris dentata, Soliva sessilis
560 Dicliptera Tweedieana
564 Calydorea nuda
568 Chloris distichophylla
570 Koeleria phleoides
571 Stipa hyalina
572 Hordeum murinum
573 Melica sarmentosa
574 Paspalum dilatatum
575 Piptochaetium stipoides
577 Melica papilionacea, Scleropoa rigida
578 Melica papilionacea
579 Panicum dichotomum
581 P. racemosum
583 Phalaris canariensis
586 Briza subaristata
587 Lolium perenne
588 Briza erecta
590 Br. minor, Lolium temulentum
591 Eragrostis cilianensis
592 Carex bracteosa
594 Danthonia cirrhata
596 Cyperus vegetus, Triticum durum
598 Briza minor
601 Adiantopsis chlorophylla
602 Blechnum auriculatum

603 Cheilanthes Hieronymi
604 Dryopteris opposita
605 Aneimia tomentosa
606 Martynia lutea, Woodsia montevidensis
607 Asplenium lunulatum, A. Ulbrichtii
608 Polystichum adiantiforme
609 Doryopteris triphylla
610 Anogramma chaerophylla
611 Polypodium vacciniifolium
612 P. minimum
613 Adiantum cuneatum
614 A. Poiretii
615 Blechnum auriculatum
616 Bl. auriculatum, Bl. capense
617 Osmunda palustris
618 Blechnum auriculatum, Bl. capense
619 Trismeria trifoliata
620 Doryopteris concolor
621 Polypodium rufulum
623 Dryopteris submarginalis
626 Setaria geniculata
627 Andropogon condensatus
628 Poa lanuginosa
629 Polypogon elongatus
633 Cynodon dactylon
634 Feijoa Sellowiana
638 Echinochloa crus-galli
642 Eleusine indica
643 E. tristachya
644 Adesmia bicolor
647 Melilotus messanensis
650 Neckera leucocolea
651 Baccharis coridifolia, Bryum cavum
652 Br. torquescens, Phascum calodictyon
653 Entosthodon clavellatus
654 Funaria hygrometrica
656 Dimerodontium mendocense
658 Microthamnium Sellowii
660 Fabronia polycarpa
664 Physcomitrium Thieleanum
665 Fissidens repandus
666 F. angustelimbatus
667 F. scalaris
668 F. compactus
669 Hypnum tenuifolium
671 H. pendulum
672 Acidodontium Kunthii
675 Bryum dichotomum
677 Br. julaceum
679 Tortula inundata
680 Trifolium polymorphum
681 Turnera pinnatifida
682 Medicago arabica
683 M. hispida
684 M. laciniata
685 M. minima

686 Galactia marginalis
687 Vitis striata
689 Drosera brevifolia
690 Typha domingensis
691 Pavonia hastata
694 Callitriche verna
695 Tillaea bonariensis
696 Equisetum giganteum
698 Blepharocalyx amarus
701 Galinsoga parviflora
704 Polygonum acre
705 P. acuminatum
706 Veronica agrestis
707 Bryum rigidum
708, 712 Campylopus introflexus
713 Pleuridium Robinsonii
714 Leptangium imbricatum
721 Achyrocline alata
724 Baccharis trimera
725 Stachys arvensis
726 Montia fontana
729 Grimmia Gibertii
731 Sonchus oleraceus
732 Parietaria debilis
733 Malva parviflora
734 Cyclanthera hystrix
735 Cyperus xanthostachys
736 Carex riparia
737 Cerastium Selloi
739 Adesmia muricata
740 Rapistrum rugosum
741 Silene gallica
742 Convolvulus laciniatus
746 Briza brizoides, Br. triloba
747 Bromus hordaceus
749 Chevreulia stolonifera
750 Gnaphalium purpureum
751 Spergularia grandis
753 Adesmia incana
757 Pamphalea heterophylla
759 Margyricarpus setosus
760 Marrubium vulgare
764 Dodonaea viscosa
768 Tragia pinnata
773 Melica aurantiaca
775 Sambucus australis
776 Facelis retusa
779 Verbena officinalis
780 Wahlenbergia linarioides
782 Chiropetalum molle
783 Cerastium glomeratum
785 Rhyssostelma nigricans
786 Croton Harmsianus, Cr. lanatus
788 Oenothera mendocinensis
789 Gomphrena elegans
790 Hypochaeris brasiliensis
793 Lathyrus stipularis
794 Oncidium bifolium
795 Convolvulus Hermanniae, Stipa bicolor
798 Sida macrodon

799 Evolvulus sericeus
802 Discaria longispina
806 Hypochaeris brasiliensis
810 Carex pseudocyperus
812 Melilotus indicus
814 Baccharis Gibertii
818 Oxypetalum crispum
819 Fagara hiemalis, Phalaris angusta
822 Chaptalia sinuata
823 Lathyrus tomentosus
826 Eryngium paniculatum
827 E. pandanifolium
829 Paspalum Lagascae
831 Zephyranthes Andersonii
832 Equisetum ramosissimum
837 Helodea densa
838 Callitriche deflexa
841 Oxypetalum tomentosum
845 Heterothalamus brunioides
846 Limnanthemum Humboldtianum
847 Castilleja communis
848 Metastelma virgatum
849 Polygonum Meissnerianum
850 Xyris Sellowiana
852 Macrosiphonia verticillata
853 Schlechtendalia luzulifolia
855 Hypericum Pelleterianum
856 Vernonia platensis
857 Polystichum adiantiforme, P. montevidense
859 Adesmia latifolia
860 Tessaria absinthoides
861 Scutia buxifolia
862 Jussiaea Hookeri
864 Salix Humboldtiana
867 Stylosanthes leiocarpa
868 Vernonia rubricaulis
871 Heliotropium phylicoides
872 Baccharis phyteumoides
873 Sida aurantiaca
874 Nierembergia ericoides
875 Cardiospermum halicacabum
876 Myrtus apiculata
879 Escallonia montevidensis
880 Lantana Sellowiana
881 Baccharis squarrosa
882 Senecio pulcher
883 Baccharis Tweediei
885 Onopordon acanthium
886 Baccharis pingraea, Eupatorium macrocephalum
887 Mikania officinalis
889 Cerastium mollissimum

890 Baccharis sessilifolia
891 Chenopodium urbicum
892 Habenaria pentadactyla
894 Cyperus articulatus
895 Eryngium ebracteatum
897 Cynara cardunculus
898 Potamogeton Aschersonii, P. Gayi, P. pusillus
899 Baccharis pingraea
901 Euphorbia hypericifolia
902 Jodina rhombifolia
904 Carex bonariensis
907 Boopis bupleuroides
908 Bidens chrysanthemoides
909 Eupatorium leptolobum
910 Echinochloa crus-galli
912 Baccharis Lundii
917 Sagina procumbens
919 Galium aparine
920 Gratiola peruviana
921 Acanthosyris spinescens, Maytenus ilicifolia
922 Allophylus edulis
923 Ranunculus cordifolius
924 Veronica peregrina
925 Hydrocotyle ranunculoides
927 Monninia emarginata
928 Plantago coriacea
929 Zygostigma australe
930 Tradescantia fluminensis
931 Viviania lanceolata
932 Erythraea chilensis
934 Sisyrinchium micranthum
935 Phaseolus prostratus
936 Sisyrinchium fasciculatum
937 Baccharis pingraea
938 Trixis verbasciformis
939 Baccharis juncea
943 B. articulata
944 Calliandra brevipes
946 Hypochaeris brasiliensis
947 Habenaria montevidensis
949 Roulinia tamifolia
952 Silene laeta
955 Ayenia pusilla, Croton montevidensis
956 Croton nitrariifolius
957 Acalypha variabilis
960 Cucurbitella Duriaei
961 Salpichroa origanifolia
962 Solanum Commersonii
963 Vicia linearifolia
965 Eupatorium liatridium
966 Tetragonia expansa
967 Plantago Candollei
973 Leersia hexandra
974 Eryngium gramineum

975 Galactia Neesii
982 Chaptalia integrifolia
986 Scirpus cernuus
988 Juncus bufonius
990 Spergularia media
991 Scirpus Arechavaletae
992 Solanum argillicolum
993 Pterocaulon cordobense
994 Mutisia campanulata
1002 Stylosanthes montevidensis
1003 St. leiocarpa
1034 Azolla caroliniana
1080 Erythrina crista-galli
1084 Canavalia bonariensis
1088 Microcala quadrangularis
1091 Tillandsia dianthoidea
1130 Acanthospermum australe
1136 Escallonia Sellowiana
1167 Lippia geminata
1770 Echinochloa colonum
1184 Boerhaavia erecta
1190 Lycopodium alopecuroides
1270 Dennstaedtia tenera
1300 Blechnum brasiliense
1301 Dicksonia Sellowiana
1303 Poa annua
1306 Aneimia Tweedieana
1319, 1320 Marsilea Hickenii
1328 Potamogeton stenostachys
1343 Osmunda palustris
1344 Dryopteris dentata, Dr. patens
1346 Polypodium phyllitidis
1348 Potamogeton montevidensis
1361 Zannichellia palustris
1362 Parentucellia viscosa
1363 Bellardia trixago
1367 Cypella plumbea
1371 Senecio sagittifolius
1373 Berberis laurina
1384 Trixis ochroleuca
1394 Lupinus bracteolaris
1397 Cephalanthus glabratus
1400 Eupatorium steviifolium
1402 Specularia perfoliata
1419 Dryopteris riograndensis
1420 Athyrium decurtatum
1426 Mikania scandens
1427 Tagetes minuta
1430 Anthemis cotula
1431 Potamogeton striatus
1439 Rumex conglomeratus
1446 Eryngium paniculatum
1454 Clematis Hilarii
1461 Moquinia polymorpha
1466 Cassia bicapsularis

1468 Schinus dependens
1471 Himeranthus runcinatus
1474 Actinella anthemoides
1476 Celtis tala
1480 Dryopteris dentata
1484 Stellaria media
1500 Urtica urens
1507 Ophioglossum crotalophoroides
1510 Verbena bonariensis
1517 Abutilon terminale
1519 Prosopis juliflora
1561 Stigmaphyllum jatrophifolium
1563 Brassica napus
1573 Indigofera anil
1587 Desmanthus virgatus
1589 Mimosa flagellaris
1590 Verbena chamaedrifolia
1593 Medicago sativa
1601 Adiantopsis chlorophylla
1612 Cestrum parqui
1614 Vicia montevidensis
1622 Dryopteris connexa
1625 Calonyction bona-nox
1630 Ornithopus micranthus
1632 Polymnia maculata
1633 Baccharis gnaphalioides, Datura ferox
1636 Asplenium serra
1638 Xanthium spinosum
1640 Didymochlaena truncatula
1648 Parthenium hysterophorus
1649 Silene cisplatensis
1655 Cichorium intybus
1657 Geranium Robertianum
1659 Senecio vulgaris
1660 Erodium cicutarium
1665 Anemone decapetala
1717 Acacia Farnesiana
1720 Bauhinia candicans
1721 Capsella bursa-pastoris
1724 Araujа sericifera
1725 Centaurea calcitrapa
1726 Silybum marianum
1744 Caesalpinia Gilliesii
1745 Verbena venosa
1747 Samolus Valerandii
1749 Cuphea racemosa
1762 Ammi visnaga
1765 Heliotropium curassavicum
1770 Vitis palmata
1778 Cyperus prolixus, Raphanus sativus
1780 Convolvulus arvensis
1796 Anagallis arvensis var. phoenicea
1797 A. arvensis var. coerulea
1801 Lippia geminata
1802 Acacia bonariensis

1805 Tropaeolum pentaphyllum
1806 Stenandrium trinerve
1808 Carex Tweedieana
1810 Spartium junceum
1826 Potamogeton Gayi
1827 Eupatorium steviifolium
1829 Potamogeton Gayi
1830 Cassia corymbosa
1841 Butia capitata
1855 Citharexylon barbinerve
1856 Conium maculatum
1857 Cardiospermum velutinum, Haylockia pusilla
1858 Lippia nodiflora
1860 L. lycioides
1864 Hyptis mutabilis
1873 Hypericum connatum
1877 Sesbania marginata
1884 Portulaca oleracea
1886 Smilax brasiliensis
1887 Panicum grumosum
1892 Portulaca hirsutissima
1898 Stigmaphyllum littorale

C. INDEX ALPHABETICUS